

**PENGEMBANGAN SOYGURT *Spirulina platensis* SEBAGAI
PANGAN FUNGSIONAL DAN UJI AKTIVITAS INHIBITOR
 α -GLUKOSIDASE**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi
(S.Farm.) di bidang studi Farmasi pada Fakultas MIPA**



Oleh :

RAFIDHA AISYAH KARTINI

08061281621040

JURUSAN FARMASI

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL

Judul Makalah Hasil : Pengembangan *Soygurt Spirulina platensis* Sebagai
Pangan Fungsional dan Uji Aktivitas Inhibitor α -
Glukosidase

Nama Mahasiswa : Rafidha Aisyah Kartini

NIM : 08061281621040

Jurusan : Farmasi

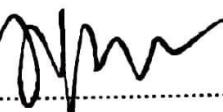
Telah dipertahankan dihadapan pembimbing dan pembahas pada seminar hasil di Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya pada tanggal 6 Mei 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 11 Mei 2020

Pembimbing:

1. Herlina, M.Kes., Apt.
NIP. 197107031998022001
2. Laida Neti Mulyani, M.Si.
NIP. 198504262015042002

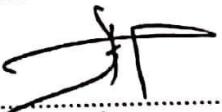
(.....)


(.....)


Pembahas :

1. Indah Solihah, M.Sc., Apt.
NIP. 198803082014082201
2. Annisa Amriani S.M.Farm., Apt.
NIP. 198412292014082201
3. Dr. Miksusanti, M.Si.
NIP. 196807231992032003

(.....)


(.....)


(.....)


Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA, UNSRI



Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.
NIP. 197103101998021002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengembangan Soygurt *Spirulina platensis* Sebagai Pangan Pungsal dan Uji Aktivitas Inhibitor α -Glukosidase
Nama Mahasiswa : Rafidha Aisyah Kartini
NIM : 08061281621040
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi di Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Juni 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 3 Agustus 2020

Ketua:

1. Herlina, M.Kes., Apt.
NIP. 197107031998022001

(.....)

Anggota:

1. Laida Neti Mulyani, M.Si.
NIP. 198504262015042002
2. Dr. Miksusanti, M.Si.
NIP. 196807231992032003
3. Annisa Amriani S.M.Farm., Apt.
NIP. 198412292014082201
4. Indah Solihah, M.Sc., Apt.
NIP. 198803082019032015
5. Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt.
NIP. 199201182019032023

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA, UNSRI

Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.
NIP. 197103101998021002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Rafidha Aisyah Kartini

NIM : 08061281621040

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 29 Juli 2020



Rafidha Aisyah Kartini

NIM. 08061281621040

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Rafidha Aisyah Kartini
NIM : 08061281621040
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Farmasi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya ‘hak bebas *royalty* non-ekslusif’ (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Pengembangan Soygurt *Spirulina platensis* Sebagai Pangan Fungsional dan Uji Aktivitas Inhibitor α -Glukosidase” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas *royalty* non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 29 Juli 2020

Penulis,



Rafidha Aisyah Kartini

NIM. 08061281621040

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

Bismillahirrohmanirrohim...

Alhamdulillah.

Atas izin Allah swt. yang telah memberikan kesehatan, rezeki, kekuatan kepada penulis, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Saya persembahkan skripsi saya kepada Alm. Papa, Mama, Ayuk, dan para pejuang ilmu pengetahuan.

Motto:

“....Boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui” (**QS. Al-Baqarah: 216**)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan Soygurt *Spirulina platensis* Sebagai Pangan Fungsional dan Uji Aktivitas Inhibitor α -Glukosidase” ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk dapat meraih gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai bila tidak mendapatkan bantuan dari pihak-pihak terkait. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih dengan segala kerendahan hati kepada:

1. Allah swt. yang telah memberikan penulis kesehatan, rezeki, dan izin sehingga dapat menyelesaikan studi.
2. Alm. papa, mama dan ayukku (Rima Ahmilia Rizka) yang selalu memberikan do'a, dukungan, semangat dan motivasi selama ini sehingga penulis mampu menyelesaikan studi di Farmasi UNSRI ini.
3. Keluarga Besar Hayat-Aminah dan Barlian-Masturoh, serta terkhusus om satho dan bicik las yang telah memberikan bantuan materil dari semester 5 sampai penulis lulus perkuliahan.
4. Bapak Rektor Universitas Sriwijaya, Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Ketua Jurusan Farmasi (Bapak Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.) atas sarana prasarana yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan dan penelitian hingga selesai.
5. Ibu Herlina, M.Kes., Apt. selaku pembimbing pertama yang selalu sabar membimbing dan telah menyempatkan waktu, tenaga, ilmu, do'a, dan motivasi selama membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
6. Ibu Laida Neti Mulyani, M.Si. selaku pembimbing kedua serta pembimbing akademik yang selalu perhatian dan telah memberikan waktu, ilmu, tenaga, do'a dan motivasi kepada penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

7. Ibu Dr. Miksusanti, M.Si., Ibu Annisa Amriani S, M.Farm, Apt., Ibu Indah Solihah, M.Sc., Apt., dan Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt. selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh dosen Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan selama proses belajar mengajar di Farmasi Unsri.
9. Seluruh staf dan analis laboratorium Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan kepada penulis sampai akhir studi.
10. Sahabat sekaligus partner TA-ku Dinar Syafina yang telah memberikan warna, kebersamaan, nasihat, tempat berbagi suka dan duka selama perkuliahan maupun diluar perkuliahan. Terimakasih sudah mau menjadi bagian dari kehidupan TA ku. Sukses untuk kita.
11. Sahabat seperjuangan Amallia Rachmasari, Rhima Melati, Mufliah Amelia, Zella Pebriani, dan Sacharum Noor Zhafiroh yang selalu mengisi hari-hari selama perkuliahan di Farmasi Unsri. See u on top!
12. Teman-teman farmasi angkatan 2016 tanpa terkecuali atas bantuan, kenangan, canda tawa selama kuliah. Semoga kita semua bisa sukses kedepannya dan bisa bertemu lagi di lain waktu.
13. Kakak tingkat Farmasi 2013, 2014, dan 2015 terutama kakak asuh (kak Detri Novalia) yang selalu membimbing penulis dari awal masuk perkuliahan hingga sekarang. Terimakasih kak sudah selalu sabar memberikan motivasi dan informasi selama di Farmasi Unsri.
14. Adik tingkat farmasi angkatan 2017, 2018, dan 2019 terutama Gita Alviani, Sari Anggun Nurhasanah, adik-adik praktikan, serta semua mahasiswa/i farmasi 2019 yang telah membantu dalam lancarnya penelitian ini. Semangat dan sukses selalu.
15. Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat berterima kasih atas segala pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga Allah swt. selalu memberikan balasan yang

berlipat kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis berharap semua kritik dan saran yang membangun demi kemajuan skripsi ini lebih baik lagi. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat untuk ilmu pengetahuan.

Inderalaya, 29 Juli 2020

Penulis,



Rafidha Aisyah Kartini

NIM. 08061281621040

Development of *Spirulina platensis* Soygurt as a Functional Food and α -Glucosidase Inhibitor Activity Test

**Rafidha Aisyah Kartini
08061281621040**

ABSTRACT

One of the mechanism of diabetes mellitus drugs in reducing blood sugar levels is inhibition α -glucosidase enzyme. *Spirulina platensis* is a microalgae that has α -glucosidase inhibitory activity. *Spirulina platensis* can be developed into functional food products such as soygurt. This study aims to determine the characteristics and see the potential of spirulina soygurt to inhibiting the α -glucosidase enzyme. The inhibition of α -glucosidase enzyme was carried out in vitro using a microplate reader at 405 nm. Spirulina soygurt made with 4% spirulina biomass, 0,5% yogurt starter, 0,5% vanilla essence, and 95% soymilk. Analysis of the preparation was carried out using organoleptic, hedonic, proximate, and lactic acid microbiological test parameters. The results showed that spirulina soygurt has a green-blue colors, quite thick texture, and slightly bitter sour taste. The addition of spirulina to soygurt shows that the panelist's preference level in terms of color (3,7) is liking, while the parameters of odor (3,4), taste (2,8), and texture (3,37) are in the neutral category. Proximate analysis of spirulina soygurt as a functional food was carried out by testing the content of water, ash, protein, fat, carbohydrate in a row of 84,5%; 3,8%; 5,1%; 1,1%; and 5,5%. Spirulina soygurt has a total standard of lactic acid bacteria that is $1,6 \times 10^{10}$ cfu/g. Inhibitory activity of spirulina soygurt and base soygurt obtained a statistically significant difference ($p < 0,05$) compare with acarbose. Spirulina soygurt has α -glucosidase inhibitory activity with an IC_{50} value of 10,464 ppm, better than base soygurt with IC_{50} of 20,558 ppm.

Keywords: *Spirulina platensis*, functional food, soygurt, α -glucosidase

Indralaya, 29 Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing 1



Herlina, M.Kes., Apt.

NIP. 197107031998022001

Pembimbing 2



Laida Neti Mulyani, M.Si

NIP. 198504262015042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi



Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.

NIP. 197103101998021002

Pengembangan *Soygurt Spirulina platensis* Sebagai Pangan Fungsional dan Uji Aktivitas Inhibitor α -Glukosidase

**Rafidha Aisyah Kartini
08061281621040**

ABSTRAK

Salah satu mekanisme obat diabetes melitus dalam menurunkan kadar gula darah adalah dengan menghambat enzim α -glukosidase. *Spirulina platensis* merupakan mikroalga yang memiliki aktivitas penghambatan α -glukosidase. *Spirulina platensis* dapat dikembangkan menjadi produk pangan fungsional seperti *soygurt*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik dan melihat potensi dari *soygurt spirulina* dalam menghambat enzim α -glukosidase. Metode penghambatan enzim α -glukosidase dilakukan secara *in vitro* menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 405 nm. *Soygurt spirulina* dibuat dengan biomassa spirulina 4%, *starter yogurt* 0,5%, *essence vanilla* 0,5%, dan susu kedelai 95%. Analisis sediaan dilakukan menggunakan parameter uji organoleptik, hedonik, proksimat, dan mikrobiologi asam laktat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *soygurt spirulina* memiliki warna hijau tua kebiruan, tekstur cukup kental, dan rasa asam yang sedikit pahit. Penambahan spirulina pada *soygurt* menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis dari segi warna (3,7) adalah suka, sedangkan pada parameter bau (3,4), rasa (2,8), dan tekstur (3,37) termasuk kategori netral. Analisis proksimat *soygurt spirulina* sebagai pangan fungsional dilakukan uji kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat yang secara berturut-turut sebesar 84,5%; 3,8%; 5,1%; 1,1%; dan 5,5%. *Soygurt spirulina* memiliki total bakteri asam laktat yang sesuai standar yaitu $1,6 \times 10^{10}$ cfu/g. Aktivitas inhibisi *soygurt spirulina* dan *soygurt* basis diperoleh adanya perbedaan signifikan secara statistik ($p < 0,05$) dibandingkan akarbose. *Soygurt spirulina* memiliki aktivitas penghambatan α -glukosidase dengan nilai IC_{50} sebesar 10,464 ppm, lebih besar daripada *soygurt* basis dengan IC_{50} sebesar 20,558 ppm.

Kata kunci: *Spirulina platensis*, pangan fungsional, *soygurt*, α -glukosidase

Indralaya, 29 Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing 1

Herlina, M.Kes., Apt.

NIP. 197107031998022001

Pembimbing 2

Laida Neti Mulyani, M.Si

NIP. 198504262015042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi

Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.

NIP. 197103101998021002

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
<i>ABSTRACT</i>	x
ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Diabetes Melitus Tipe 2	5
2.1.1 Terapi Pengobatan Diabetes Melitus	6
2.2.1.1 Terapi Non-Obat	7
2.2.1.2 Terapi dengan Obat	8
2.1.2 Inhibitor Enzim α -glukosidase	10
2.2 Akarbose	11
2.3 Nutrasetikal	12
2.4 <i>Spirulina platensis</i>	13
2.4.1 Klasifikasi <i>Spirulina platensis</i>	14
2.4.2 Kandungan <i>Spirulina platensis</i>	15
2.5 Susu Kedelai	16
2.6 Bakteri Asam Laktat	17
2.6.1 Fermentasi Bakteri Asam Laktat	17
2.6.2 Metabolit Bakteri Asam Laktat	18
2.7 <i>Yogurt</i>	19
2.7.1 Manfaat dan Karakteristik <i>Yogurt</i>	20
2.7.2 <i>Yogurt</i> kedelai (<i>soygurt</i>)	21
2.8 Karakterisasi <i>Soygurt</i>	22
2.8.1 Uji Organoleptik	22
2.8.2 Uji Proksimat Sediaan	24
2.9 Uji <i>In vitro</i> Penghambatan Aktivitas Enzim α -glukosidase	25
2.10 Spektroskopi	26

2.10.1 Spektrofotometri UV-Vis	26
2.10.2 Spektroskopi UV-Vis dalam Microplate	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan Tempat	28
3.2 Alat dan Bahan	28
3.2.1 Alat	28
3.2.2 Bahan	28
3.3 Metode Penelitian	29
3.3.1 Preparasi Biomassa	29
3.3.2 Pembuatan Susu Kedelai	29
3.3.3 Pembuatan <i>Soygurt Spirulina platensis</i>	29
3.4 Analisis Sediaan	30
3.4.1 Uji Organoleptik	30
3.4.2 Uji Hedonik	30
3.4.3 Uji Proksimat	30
3.4.4 Uji Mikrobiologi Total Bakteri Asam Laktat	33
3.5 Uji <i>In vitro</i> Penghambatan Aktivitas Enzim α -glukosidase	33
3.6 Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Preparasi Biomassa <i>S.platensis</i>	36
4.2 Pembuatan Susu Kedelai	36
4.3 Pembuatan <i>Soygurt Spirulina</i>	38
4.4 Analisis Sediaan <i>Soygurt</i>	39
4.4.1 Uji Organoleptik	39
4.4.2 Uji Hedonik	40
4.4.3 Uji Proksimat	43
4.4.4 Uji Mikrobiologi Total Bakteri Asam Laktat	48
4.5 Uji <i>In vitro</i> Penghambatan Aktivitas Enzim α -glukosidase	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Proksimat pada Biomassa <i>Spirulina platensis</i> Kering	15
Tabel 2. Komposisi gizi susu kedelai dan susu sapi	16
Tabel 3. Karakteristik <i>Yogurt</i>	21
Tabel 4. Prosedur uji aktivitas penghambat α -glukosidase	34
Tabel 5. Hasil Uji Organoleptik	39
Tabel 6. Analisis Proksimat <i>Soygurt</i>	43
Tabel 7. Persen Inhibisi dan IC ₅₀ aktivitas α -glukosidase	52
Tabel 8. Formula Susu Kedelai	67
Tabel 9. Formula <i>Soygurt Spirulina plantensis</i>	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Akarbose	12
Gambar 2. <i>Spirulina platensis</i>	14
Gambar 3. Reaksi enzimatis alfa-glukosidase dan p-nitrofenil- α -D-glukopiranosa	26
Gambar 4. Volume sampel pada medium microplate	27
Gambar 5. Biomassa kering <i>S.platensis</i> dari PT. Neoalgae	36
Gambar 6. Susu Kedelai	38
Gambar 7. (a) <i>soygurt</i> tanpa <i>Spirulina</i> (b) <i>soygurt</i> dengan <i>Spirulina</i>	40
Gambar 8. Skor penilaian uji hedonik <i>soygurt</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Umum Penelitian	66
Lampiran 2. Komposisi Susu Kedelai	67
Lampiran 3. Formula <i>Soygurt Spirulina platensis</i>	68
Lampiran 4. Perhitungan Bahan dan Rincian Sampel yang Digunakan	69
Lampiran 5. Pembuatan Larutan Uji	70
Lampiran 6. Perhitungan Larutan Uji <i>In vitro</i> inhibitor α -Glukosidase	72
Lampiran 7. Penentuan Jumlah Panelis untuk Uji Hedonik	77
Lampiran 8. Kuisisioner Uji Kesukaan (Hedonik)	78
Lampiran 9. Perhitungan Biomassa dalam Sampel	79
Lampiran 10. Perhitungan Total Bakteri Asam Laktat	80
Lampiran 11. Sertifikat Biomassa <i>S.platensis</i>	81
Lampiran 12. Spesifikasi Enzim α -Glukosidase	82
Lampiran 13. Sertifikat Substrat p-Nitrofenil- α -D-glukopiranosida	83
Lampiran 14. Uji Inhibisi α -glukosidase	84
Lampiran 15. Uji Mikrobiologi Total Bakteri Asam Laktat	85
Lampiran 16. Dokumentasi Foto Penelitian	87
Lampiran 17. Hasil Uji Hedonik	89
Lampiran 18. Uji Proksimat <i>Soygurt</i> Basis	90
Lampiran 19. Uji Proksimat <i>Soygurt Spirulina</i>	91
Lampiran 20. Uji Aktivitas Inhibisi α -glukosidase	92
Lampiran 21. Uji Statistik Data Hedonik	93
Lampiran 22. Uji Statistik Data Uji Proksimat	95
Lampiran 23. Uji Statistik Persen Inhibisi Aktivitas α -glukosidase	98

DAFTAR SINGKATAN

ADA	: <i>American Diabetes Association</i>
BSA	: <i>Bovine Serum Albumin</i>
CFU	: <i>Colony Forming Unit</i>
Depkes RI	: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
Ditjen Binfar Alkes	: Direktorat Jendral Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan
DM	: Diabetes Melitus
DMSO	: Dimetiksulfokside
EMP	: Embden Meyerhoff Parnas
EPS	: Eksopolisakarida
GLUT	: <i>Glucose Transporters</i>
IC	: <i>Inhibition Concentration</i>
MRSA	: <i>de Man Ragosa Sharpe Agar</i>
pH	: <i>power of Hydrogen</i>
pNPG	: p-nitrofenil- α -D-glukopiranosa
Ppm	: <i>part per million</i>
PUFA	: <i>Polyunsaturated fatty acid</i>
Riskesdas	: Riset Kesehatan Dasar
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SPC	: <i>Single Plate Count</i>
<i>S.platensis</i>	: <i>Spirulina platensis</i>
U	: Unit
USDA	: <i>United States Department of Agriculture</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus (DM) merupakan suatu kelompok penyakit gangguan metabolismik yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah melebihi normal (hiperglikemia). Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) RI tahun 2018 menyebutkan bahwa persentase prevalensi diabetes melitus tersebut naik dalam kurun waktu lima tahun dari 6,9% (2013) menjadi 8,5% (Depkes RI, 2018). Secara epidemiologi, diperkirakan bahwa pada tahun 2030 prevalensi diabetes melitus di Indonesia mencapai 21,3 juta orang (Depkes RI, 2009).

Diabetes Melitus terdiri dari beberapa tipe, salah satunya adalah Diabetes Melitus tipe 2. Diabetes Melitus tipe 2 ini lebih umum terjadi di Indonesia dan diperkirakan mencapai 90-95% dari populasi penderita diabetes melitus (Ditjen Binfar Alkes RI, 2005). Salah satu pendekatan terapeutik yang bisa dilakukan untuk mengontrol DM dan komplikasinya adalah dengan mengontrol kadar glukosa postprandial (You *et al.*, 2011). Hiperglikemia postprandial dapat dikontrol melalui penghambatan enzim pemecah karbohidrat seperti α -glukosidase. Obat yang telah digunakan dalam menghambat enzim α -glukosidase secara klinis adalah akarbose.

Aktivitas antihiperglikemia dapat bersumber dari bahan alam di darat maupun laut. Penelitian sumber bahan alam dari darat untuk alternatif α -glukosidase telah banyak dilakukan. Oleh karena itu pemanfaatan bahan alam dari laut harus lebih dikembangkan. Sumber bahan alam dari laut yang dapat dimanfaatkan contohnya adalah *Spirulina platensis*.

Spirulina platensis mengandung pigmen fikosianin dan senyawa eksopolisakarida yang diduga mempunyai aktivitas inhibitor enzim α -glukosidase yang menghambat pemecahan karbohidrat menjadi glukosa. Berdasarkan penelitian Afifah (2017) biomassa *Spirulina platensis* memiliki kemampuan inhibisi aktivitas enzim α -glukosidase (IC_{50}) yang paling baik yaitu sebesar 68,451 ppm dibandingkan fikosianin dan eksopolisakarida. Biomassa *Spirulina platensis* diduga memiliki potensi lebih baik karena di dalam biomassa mengandung berbagai macam komponen senyawa kimia seperti flavonoid, steroid, alkaloid, dan fenol hidrokuinon (Wang *et al.*, 2007; Surbakti, 2013).

Penelitian Layam & Reddy (2007) membuktikan bahwa pemberian 15 mg/kgBB/hari *Spirulina platensis* pada tikus dengan kadar glukosa darah berlebih/ hiperglikemia dapat menurunkan kadar glukosa darah selama 30 hari. Penelitian ini didukung oleh Anwer *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa pemberian 50 μ g/kg BB/hari ekstrak protein dari Spirulina dapat menurunkan kadar glukosa darah sebesar 51,48% pada tikus hiperglikemia selama 30 hari. Dilihat dari kandungan kimia dan manfaat *Spirulina platensis* maka perlu dikembangkan inovasi produk, terutama dalam pengembangan produk pangan fungsional yang memiliki kadar gula rendah.

Pengembangan produk pangan fungsional perlu diperhatikan melihat kondisi penderita diabetes yang tidak bisa leluasa dalam mengkonsumsi makanan. Produk berbahan dasar Spirulina dapat dijadikan sebagai *yogurt* kedelai (*soygurt*). *Soygurt* merupakan hasil fermentasi susu kedelai dengan menggunakan bakteri asam laktat yaitu *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* yang merupakan spesies mikroba esensial dan aktif dalam hubungan simbiotik serta

telah umum dipakai dalam pembuatan *yogurt* (Yusmarini, 2004). *Yogurt* juga mengandung bakteri probiotik yang dapat meningkatkan status antioksidan pada penderita diabetes melitus tipe 2 (Ejtahed *et al.*, 2012). Disamping itu, *yogurt* dengan bahan dasar susu kedelai memiliki kelebihan rendah kalori dan karbohidrat dibandingkan dengan susu sapi (Liu, 1997).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dikaji lebih jauh mengenai pengaruh pemberian biomassa *Spirulina platensis* pada sediaan *soygurt* terhadap aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase secara *in vitro* menggunakan *microplate reader* dengan melihat nilai IC_{50} , analisis kandungan gizi dengan uji proksimat untuk mengetahui kadar air, kadar abu, protein, lemak, dan karbohidrat dari sediaan, serta uji organoleptik pada *soygurt* sebagai alternatif minuman bagi penderita DM tipe 2.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik fisik dan kandungan gizi sediaan *soygurt Spirulina platensis* menurut uji organoleptik dan proksimat?
2. Bagaimana potensi sediaan *soygurt Spirulina platensis* dalam menghambat enzim α -glukosidase secara *in vitro*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan antara lain adalah:

1. Menentukan karakteristik fisik dan kandungan gizi sediaan *soygurt Spirulina platensis* menurut uji organoleptik dan proksimat.

2. Mengetahui potensi sediaan *soygurt Spirulina platensis* dalam menghambat enzim α -glukosidase secara *in vitro*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Manfaat penelitian ini adalah memperbanyak informasi ilmiah mengenai *Spirulina platensis* sebagai alternatif minuman bagi penderita diabetes melitus tipe 2. Adapun manfaat jangka panjang penelitian ini adalah agar dapat digunakan sebagai landasan dasar pengembangan produk untuk terapi diabetes melitus tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A.A. 2017, ‘Potensi biomassa, pigmen fikosianin, dan eksopolisakarida dari *Spirulina platensis* sebagai inhibitor α -glukosidase’, *Skripsi*, S.Farm, Farmasi, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia.
- American Diabetes Association (ADA), 2015, Standards of medical care in diabetes, *Diabetes Care*, **38(1)**:522-523
- Andrade, A.C., Becerra, J.J., & Cardenas, R.V, 2008, α -Glucosidase inhibiting activity of some Mexican plants used in the treatment of type 2 diabetes, *Journal of Ethnopharmacology*, **116**:27-32.
- Angka, S.L. & Suhartono, M.T. 2000, *Bioteknologi hasil laut Bogor: Pusat kajian sumber daya pesisir dan lautan IPB*, Bogor, Indonesia.
- Anwer, R., Alam, S., Khursheed, S., et.al. 2012, Spirulina: Possible pharmacological evaluation for insulin-like protein. *Journal of Applied Phycology*, **25**:883-889.
- Arylza, I.S. 2005, Phycocyanin dari mikroalga bernilai ekonomis tinggi sebagai produk industry, *Oseana*, **30(3)**: 27-36.
- Astawan, M. 2008, *Susu fermentasi untuk kebugaran dan pengobatan*, Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta, Indonesia.
- Astawan, M. 2011, *Pangan fungsional untuk kesehatan yang optimal*, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor, Indonesia.
- Asthary, P.B., Setiawan, A., Surachman, & Saepulloh. 2013, Pertumbuhan mikroalga *Spirulina platensis* dalam efluen industri kertas, *Jurnal Selulosa*, **3(2)**: 97-102.
- Badel, S., Bernadi, T., Michaud P. 2011, New perspectives for Lactobacilli exopolysaccharides, *Biotechnol Adv*, **29(1)**: 54-66.
- Bangun, R.S. 2009, ‘Pengaruh fermentasi bakteri asam laktat terhadap kadar protein susu kedelai’, *Skripsi*, S.Si., Kimia, FMIPA, Unnes, Semarang, Indonesia.
- Bischoff, H. 1994, Pharmacology of alpha-glucosidase inhibition, *Eur J Clin Invest*, **24(1)**: 1-3.
- Bösenberg, L.H. & Van Zyl, D.G. 2008, The mechanism of action of oral antidiabetic drugs: A review of recent literature, *J Endocrinol, Metabolism and Diabetes of South Africa*, **13(3)**: 80-88.

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. 1995, Use of a free radical method to evaluated antioxidant activity, *LWT-Food Sci Tech*, **28(1)**: 25-30.
- Butar, D.S. 2017, ‘Pemanfaatan *Spirulina platensis* sebagai biskuit yang tinggi protein’, *Skripsi*, S.Pi, FIKP, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang, Indonesia.
- Cahyadi, W. 2004, *Kedelai alternatif pemasok protein*, Bumi Aksara, Jakarta, Indonesia.
- Capelli, B. & Cysewski, G.R. 2010, Potential health benefits of spirulina microalgae, *Nutra Foods*, **9(2)**:19-26.
- Ciptaningsih, E. 2012, ‘Uji aktivitas antioksidan dan karakteristik fitokimia pada kopi luwak arabika dan pengaruhnya terhadap tekanan darah tikus normal dan tikus hipertensi’, *Doctoral dissertation*, M.Si, Farmasi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Deman, J.W. 1997, *Kimia makanan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- Departemen Farmakologi dan Terapi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 2012, *Farmakologi dan terapi*, edisi 5, Badan Penerbit FK UI, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2005, *Pharmaceutical care untuk penyakit diabetes melitus*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2009, *Sistem kesehatan nasional*, diakses tanggal 20 Juli 2019, <<http://www.depkes.go.id/article/view/414/tahun-2030-prevalensi-diabetesmelitus-di-indonesia-mencapai-213-juta-orang.html>>.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2018, *Potret sehat Indonesia dari Riskesdas 2018*, diakses tanggal 22 Juli 2019, <<http://www.depkes.go.id/article/view/18110200003/potret-sehat-indonesia-dari-riskesdas-2018-html>>.
- Dipiro, J.T., Robert, L.T., Gary, C.Y., Gary, R.M., Barbara, G.W. & Posey, L.M. 2005, *Pharmacotherapy a pathophysiologic approach*, McGraw-Hill, New York, USA.
- Diptasari, A. 2010, ‘Optimasi formulasi yogurt kedelai pada skala laboratorium’, *Skripsi*, S.TP, FTP, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Direktorat Jenderal Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan. 2005, *Pharmaceutical care untuk penyakit diabetes melitus*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia.

- Ejtahed, H. S., Mohtadi-Nia, J., Homayouni-Rad, A., Niafar, M., Asghari-Jafarabadi, M. & Mofid, V. 2012, Probiotic yogurt improves antioxidant status in type 2 diabetic patients, *J Nutrition*, **28(5)**: 539–543.
- Ekantari, N., Marsono, Y., Pranoto Y., & Harmayani, E. 2017, Pengaruh media budidaya menggunakan air laut dan air tawar terhadap sifat kimia dan fungsional biomassa kering *Spirulina platensis*, *AGRITECH*, **37(2)**: 173-182.
- Ensminger, A. 1994, *Foods and nutrition encyclopedia*, vol. 1, 2nd edition, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Evans, J.L., Goldfine, I.R.A.D., Maddux, B.A., Grodsky, G.M. & Francisco, S. 2002, Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: A unifying hypothesis of type 2 diabetes, *Endocrine Reviews*, **23**: 599–622.
- Fadro, Efendi, R., Restuhadi, F. 2015, Pengaruh penambahan susu skim dalam pembuatan minuman probiotik susu jagung (*Zea mays L.*) menggunakan kultur *Lactobacillus acidophilus*, *J. sagu*, **14(2)**: 28-36.
- Fitriandiny, I.N. 2012, ‘Uji penghambatan aktivitas α -glukosidase fraksi dari ekstrak etil asetat daun jambu mete (*Anacardium occidentale Linn.*) dan penampisan fitokimia dari fraksi paling aktif’, *Skripsi*, S.Farm, Farmasi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Gaese, H. 2012, Chemical composition and potential application of *Spirulina platensis* biomass, *International Journal of Agr. & Env*, **4**: 32-40.
- Gao, H., Huang, Y.N., Gao, B., Xu, P.Y., Inagaki, C. & Kawabata, J. 2008, α -glucosidase inhibitory effect by the flower buds of *Tussilago farfara L*, *Food Chem*, **106(3)**: 1195-1201.
- Golberg I. 1994, *Introduction. In : Goldberg I (Ed.). Fungsional Foods*, Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals, Chapman & Hal, New York.
- Grainer bio-one, 2018, *Appllication note: UV/Vis spectroscopy in microplates UV Star®, μ Clear®, MICROLON® and CELLSTAR®, Grainer bio-one*.
- Guo, L.P., Jiang, T.F., Lv, Z.H. & Wang, Y.H. 2010, Screening alpha glucosidase inhibitors from traditional Chinese drugs by capillary electrophoresis with electrophoretically mediated microanalysis, *J Pharm Biomed Analysis*, **53**: 1250-1253.
- Handayani, M.N. & Wulandari P. 2016, Pengaruh penambahan berbagai jenis susu terhadap karakteristik soyghurt, *Agrointek*, **10(2)**: 62-70.
- Harbers L.H. & Nielsen. 2003, *Ash Analysis*, Food Analaysis, 3rd edition, Plenum Publisher, New York, USA.

- Hartati, W. 2008, Evaluasi distribusi hara tanah Dantegakan Mangium, Sengon dan Leda pada akhir daur untuk kelestarian produksi hutan tanaman di Umr Gowa PT. INHUTANI I Unit III Makassar, *J Hutan Masy*, **3(2)**: 111-234.
- Hasanah. 2016, ‘Pemisahan biomassa dan eksopolisakarida Porphyridium cruetum menggunakan ultrafiltrasi serta pengaruhnya terhadap aktivitas inhibisi α -glukosidase’, *Tesis*, M.Si, FPIK, IPB, Bogor, Indonesia.
- Henrikson, R. 2010, *Spirulina world food*, Ronore Enterprises, Hawaii.
- Hikmah, Z. 2015, ‘Uji aktivitas inhibitor enzim alfa-glukosidase fraksi etanol daun kenitu (*Chrysophyllum cainito L.*) berbagai varian di daerah Jember’, *Skripsi*, S.Farm, Fakultas Farmasi, Universitas Jember, Jember, Indonesia.
- Hui, Y.H. 2006, *Handbook of food science, technology, and engineering*, vol. 1, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
- Hong, E.J. & Ji S.H. 2010, Hypoglycemic effect of fermented soymilk added with *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel) in diabetic mice, *Food Sci Biotechnol*, **19(4)**: 1041-1046.
- Kim, K.Y., Nam, K.A., Kurihara, H. & Kim, S.M. 2008, Potent α -glucosidase inhibitors purified from the red alga *Grateloupea elliptica*, *Phytochemistry*, **69(16)**: 2820-2825.
- Koswara, S. 1995, *Teknologi pengolahan kedelai*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, Indonesia.
- Layam, A & Reddy, C.L.K. 2006, Antidiabetic property of spirulina, *Diabetologia Croat*, **35(2)**:29-33.
- Levinna, A., Yenni, O., Jumiyati, Identifikasi total bakteri asam laktat (BAL) pada yoghurt dengan variasi sukrosa dan susu skim, *Jurnal Dunia Gizi*, **1(2)**: 79-83.
- Lee, D.S & Lee, S.H. 2001, Genistein, a soy isoflavone, is a potent α -glucosidase inhibitor, *FEBS Letters*, **501**: 84-86.
- Liu, K. 1997, *Soybean: Chemistry, Technology, and Utilization*, Chapman and Hall, New York, USA.
- Liu, Z.M., Chen, Y., Suzanne, C., Ho, Y.P. & Woo, J. 2010, Effects of soy protein and isoflavones on glycemic control and insulin sensitivity: A 6-mo double-blind, randomized, placebo-controlled trial in postmenopausal Chinese women with prediabetes or untreated early diabetes, *Am J Clin Nutr*, **91**:1394–40.

- Manley, D. 2000, *Technology of biscuits, crackers and cookies*, 3rd edition, Woodhead Publishing Limited, England, UK.
- Mark, W., Lipsey & Wilson, D.B., 2001, *Practical meta-analysis Vol. 49*, Sage publications, Tousand Oaks, California, USA.
- Marsono, Y. 2002, ‘Penentuan indeks glisemik kacang-kacangan, faktor determinan dan uji efek hipoglikemiknya’, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Marsono, Y. 2008, Prospek pengembangan makanan fungsional, *Seminar Nasional National Food Technology Competition (NFTC)*.
- Matsumoto, K., Takemata, K., Takayama, K., Abesundara, K.J., Matsui, T. & Katayama, H. 2002, A novel method for the assay of, alpha-glucosidase inhibitory activity using a multi-channel oxygen sensor, *Anal Sci*, **18(12)**: 1315-1319.
- Mital, B.K., Naylor, H.B. & Steinkarays, K.H. 1974, Growth of lactic in soymilks, *Journal Food Sciences*, **39**: 1018.
- Muchtadi, T.R. & Sugiyono. 1992, *Petunjuk laboratorium ilmu pengetahuan bahan pangan*, pusat antar universitas pangan dan gizi IPB, Bogor, Indonesia.
- Muganga L., Liu X., Tian F., Zhao J., et. al. 2015, Screening for lactic acid bacteria based on antihiperglycaemic and probiotic potential and application in symbiotic set yoghurt. *J. Funct Food*, **16**:125-136.
- Murray, R. K., Granner, D.K., Rodwell, V.W. 2009, *Harper's biochemistry*, 27th edition, Buku Kedokteran EGC, Jakarta, Indonesia.
- Nakazawa, Y. & Hosono, A. 1992, *Functions of fermented milk: Challenge for the health science*, Elseiver Appl. Science, London, UK.
- Nguyen, H.X., Le, T.C., Van Do, T.N., Le, T.H., et. al. 2016, α-Glucosidase inhibitors from the bark of *Mangifera mekongensis*, *Chemistry Central Journal*, **10(1)**: 45
- Nurhayati, R., Miftakhussolikhah, Frediansyah, A., Rachmah, D.L. 2017, Lactic Acid Bacteria Producing Inhibitor of Alpha Glucosidase Isolated from Ganyong (*Canna edulis*) and Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*), *ICONPROBIOS*, **101**:1-5.
- Oktarina, F.S. 2013, ‘Formula biskuit kaya protein berbasis spirulina dan kerusakan mikrobiologis selama penyimpanan’, *Skripsi*, S.Pi, FKIK, IPB, Bogor, Indonesia.
- Phang, S.M., Miah, M.S., Chu, W.L., et. al. 2000, Spirulina culture in digested sago starch factory waste water. *Journal of Applied Phycology*. **12**:395-400.

- Ramchandran, L. & Shah, N.P. 2009, Effect of exopolysaccharides and inulin on the proteolytic, angiotensin-I-converting enzyme and α -glucosidase inhibitory activities as well as on textural and rheological properties of low-fat yogurt during refrigerated storage, *Dairy Sci Tech*, **89**:583-600.
- Rahman, A., Fardiaz, S., Nurwitri, C.C., dkk. 1992, *Teknologi fermentasi susu*. pusat antar universitas pangan dan gizi IPB, Bogor, Indonesia.
- Ridlo, A., Sedjati, S., Supriyantini, E. 2015, Aktivitas anti oksidan dari *Spirulina sp.* menggunakan metode transfer elektron dengan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), *Jurnal Kelautan Tropis*, **18(2)**: 58-63.
- Rifa, R.S.W. 2018, ‘Kualitas yogurt probiotik susu kambing dengan penambahan ekstrak rosella dan uji penghambatan α -glukosidase secara in vitro’, *Tesis*, M.Si, Fakultas Peternakan, IPB, Bogor, Indonesia.
- Rukmana, R. 2001, *Yoghurt dan caramel susu*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, Indonesia.
- Sedjati, S., Yudiaty, E.&Suryono. 2012, Profil pigmen polar dan non polar mikroalga laut spirulina sp. dan potensinya sebagai pewarna alami. *Indonesian Journal Mar Sci*, **17(3)**:176-181.
- Sengupta, S., Bhowal, J. 2017, Optimization of ingredient and processing parameter for the production of *Spirulina platensis* incorporated soy yogurt using response methodology, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, **6(4)**: 1081-1085.
- Setiawan, B. & Suhartono, E. 2005, Stres oksidatif dan peran antioksidan pada diabetes melitus, *J.Kedokteran Indonesia*, **62**.
- Setyaningsih, I. 1992, ‘Pengaruh jenis kultur *L.casei*, penambahan susu skim dan glukosa terhadap mutu yakult kedelai’, *Skripsi*, S.P, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor, Indonesia.
- Shinde, J., E. 2008, α -Glucosidase inhibitory activity of *syzygium cumini* (Linn.) skeels seed kernel in vitro and in goto-kakizaki (GK) rats. *Journal of Carbohydr. Res.*, **343**:1278-1281.
- Shurtleff & Aoyagi, A. 1984, *The book of tofu: Tofu and soymilk production*, vol.2, The Soybean Center Lafayette, USA.
- Sigma Aldrich USA. 1996, Product Information: α -glukosidase from *Saccharomyces cerevisiae*, recombinant overexpress in *S. cerevisiae*.
- Silvia. 2002, ‘Pembuatan yogurt kedelai (soygurt) dengan menggunakan kultur campuran *Bifidobacterium bifidum* dan *Streptococcus thermophilus*’, *Skripsi*, S.P, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor, Indonesia.

- Sinaga, E. & Wirawanni, Y. 2012, Pengaruh pemberian susu kedelai terhadap kadar glukosa darah puasa pada wanita pradiabetes, *Journal of Nutrition College*, **1(1)**:312-321.
- Soekarto, S. 1990, *Ilmu gizi untuk mahasiswa dan profesi*, Dian Rakyat, Jakarta, Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia 01-2891-1992. 1992, *Cara uji makanan dan minuman*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia 01-3830-1995. 1995, *Susu kedelai*, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia 2346-2006. 2006, *Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia 2981-2009. 2009, *Yogurt*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Stern, N.J, Hesseltine, C.W., Konishi, F, et.al.1977, Lactobacillus acidophilus utilizations of sugars and production of a fermented soybean product. *J Ins Can Sciences Techology Aliment*, **10**:197.
- Subroto, M.A. 2006, *Ramuan herbal untuk diabetes mellitus*, Penebar Swadaya, Jakarta, Indonesia.
- Sugiarto. 1997, *Proses pembuatan dan penyimpanan yoghurt yang baik*, Balai Penelitian Ternak, Ciawi, Bogor, Indonesia.
- Surbakti, T.R. 2013, ‘Aktivitas antihiperglikemik dan antioksidan dari Spirulina platensis pada umur panen yang berbeda’, *Skripsi*, S.Pi, FPIK, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Surono, 2004, *Probiotik, susu fermentasi, dan kesehatan*, PT. Tri Cipta Karya, Jakatra, Indonesia.
- Syahputra, D., 2017, ‘Pemanfaatan Spirulina platensis sebagai biskuit yang tinggi protein’, *Skripsi*, S.Pi, Teknologi Hasil Perikanan, FIKP, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang, Indonesia.
- Tamime, A.Y. & Robinson, R.K. 2007, *Yogurt science and technology*, 3rd edition, Pergamon Press, New York, USA.
- United States Departement of Agriculture 1116-2019. 2019, *Yogurt, plain, whole milk*, diakses tanggal 26 November 2019, <http://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171284/nutrients>
- Utomo, N.B.P, Rahmanita, F., Setiawati, M. 2012, Penggunaan *Spirulina platensis* sebagai suplemen bahan baku pakan ikan nila *Oreochromis niloticus*, *J. Akuakultur Indonesia*, **11(1)**:49-53.

- Vandenberg, R.A, 1993, Lactoc acid bacteria on it's metabolic products and interference with microbial growth, *FEMS Microbial Rev*, **12**:221-238.
- Vonshak, A. 1997, *Spirulina growth, physiology and biochemistry*. in: Vonshaka editor. *Spirulina platensis (anthrospira): physiology, cellbiology and biotechnology*, Taylor & Francis Ltd., Bristol, USA.
- Waluyo, L., 2005, *Mikrobiologi umum*, UMM Press, Malang, Indonesia.
- Wang, L., Pan, B., Sheng, J., Xu, J & Hu, Q. 2007, Antioxidant activity of *Spirulina platensis* extracts by supercritical carbon dioxide extraction, *Food Chemistry*, **105**(1): 36-41.
- Winarno, F.G. 2008, *Kimia pangan dan gizi*, MBrio Press, Bogor, Indonesia.
- You, Q., Chen, F., Wang, X., Jiang Y.& Lin, S., 2011, Anti-diabetic activities of phenolic compound in muscadine against alpha-glucosidase and pancreatic lipase, *Food Science and Technology*, **46**: 164-168.
- Yusmarini, E.R. 2004, Evaluasi mutu soygurt yang dibuat dengan penambahan beberapa jenis gula, *Jurnal Natur Indonesia*, **6**(2):104-110.
- Zahratunnisa, N., Elya, B., Noviani, A. 2017, Inhibition of alpha-glucosidase and antioxidant test of stem bark extracts of *Garcinia fruticosa* lauterb, *Pharmacogn J*, **9**(2): 273-275.