



**PENENTUAN SUHU OPTIMAL AKTIVITAS ENZIM β -GALAKTOSIDASE
DARI BAKTERI ASAM LAKTAT HASIL FERMENTASI KUBIS (*Brassica
oleracea* L.) MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*
(RSM)**

Skripsi
**Untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Farmasi**

Oleh :

**Fitri Suryati Ros
1404015144**


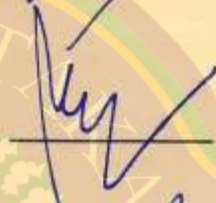






**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2019**

Skripsi dengan Judul

**PENENTUAN SUHU OPTIMAL AKTIVITAS ENZIM β -GALAKTOSIDASE
DARI BAKTERI ASAM LAKTAT HASIL FERMENTASI KUBIS (*Brassica
oleracea* L.) MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*
(RSM)**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh
Fitri Suryati Ros, NIM 1404015144

	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua Wakil Dekan I Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt.		<u>5/3 2020</u>
Penguji I Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si.		<u>18 Januari 2020</u>
Penguji II Fitriani, Dra., M.Si.		<u>20-01-2020</u>
Pembimbing I Fitri Yuniarti, M.Si.		<u>27 Januari 2020</u>
Pembimbing II Hanifah Rahmi, S.Si., M.Biomed.		<u>20 Januari 2020</u>
Mengetahui:		
Ketua Program Studi Kori Yati, M.Farm., Apt.		<u>27/1 - 2020</u>

Dinyatakan lulus pada tanggal: **07 Desember 2019**

ABSTRAK

PENENTUAN SUHU OPTIMAL AKTIVITAS ENZIM β -GALAKTOSIDASE DARI BAKTERI ASAM LAKTAT HASIL FERMENTASI KUBIS (*Brassica oleracea* L.) MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* (RSM)

**FITRI SURYATI ROS
1404015144**

Kubis (*Brassica oleracea* L.) merupakan salah satu tanaman yang dapat menghasilkan bakteri asam laktat yang dapat digunakan sebagai sumber penghasil enzim β -galaktosidase yang berguna bagi penderita intoleransi laktosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu optimal enzim β -galaktosidase dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.) dengan metode RSM. Penelitian ini diawali dengan isolasi bakteri asam laktat dari fermentasi kubis dan produksi enzim β -galaktosidase dengan teknik sonikasi. Pada penelitian ini, uji aktivitas dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Dan optimasi suhu aktivitas enzim β -galaktosidase dilakukan dengan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) pada suhu 25°C; 25°C; 32,5°C, 40°C; 47°C; 55°C; dan 55°C. Pada penelitian sebelumnya didapatkan nilai aktivitas enzim β -galaktosidase sebesar 0,2567 dan kadar protein sebesar 0,7827 mg/ml. Kemudian, hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan suhu optimal aktivitas enzim β -galaktosidase dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis adalah 47°C dengan nilai aktivitas 0,725 U/ml dan kandungan protein sebesar 0,647 mg/ml.

Kata Kunci: Fermentasi kubis, Bakteri Asam Laktat, Suhu, Enzim β -Galaktosidase, *Response Surface Methodology* (RSM)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan kehendak-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun skripsi ini dengan judul “**PENENTUAN SUHU OPTIMAL AKTIVITAS ENZIM β -GALAKTOSIDASE DARI BAKTERI ASAM LAKTAT HASIL FERMENTASI KUBIS (*Brassica oleracea* L.) MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* (RSM)**”.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana farmasi pada Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.

Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Dr. Hadi Sunaryo, M.Si., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 2) Bapak Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt., selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 3) Ibu Dra. Sri Nevi Gantini, M.Si., selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 4) Ibu Ari Widayanti, M.Farm., Apt., selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 5) Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag., selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 6) Ibu Kori Yati, M.Farm., Apt., selaku Ketua Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 7) Ibu Hayati, M.Farm., selaku Pembimbing Akademik Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- 8) Ibu Fitri Yuniarti M.Si., selaku pembimbing I yang selalu membimbing dan mengarahkan serta pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran saat penulisan skripsi ini.
- 9) Ibu Hanifah Rahmi, S. Si., M. Biomed., selaku pembimbing II yang selalu membimbing dan memberikan dorongan dan semangat, memberikan saran dan pencerahan untuk penulisan skripsi ini.
- 10) Ayahanda tercinta Alm. Anwar Syarif, Ibunda tercinta Jamasang, Paman dan Bibi, serta Kakak dan Adik-adikku yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil serta Kekasih dan Sahabat-sahabatku yang selalu memberikan semangat dari awal hingga akhir. Terimakasih selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang tiada henti untuk terus maju.
- 11) Teman – teman satu kelompok Vina Oktaviana Hendarjat dan Radha Fajriana yang telah menjadi tempat bertukar pemikiran dan berkeluh kesah, serta membagi semangat bersama selama penelitian ini.
- 12) Teman-teman angkatan 2014 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan serta doanya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis. Untuk itu saran dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Jakarta, November 2019

Penulis



DAFTAR ISI

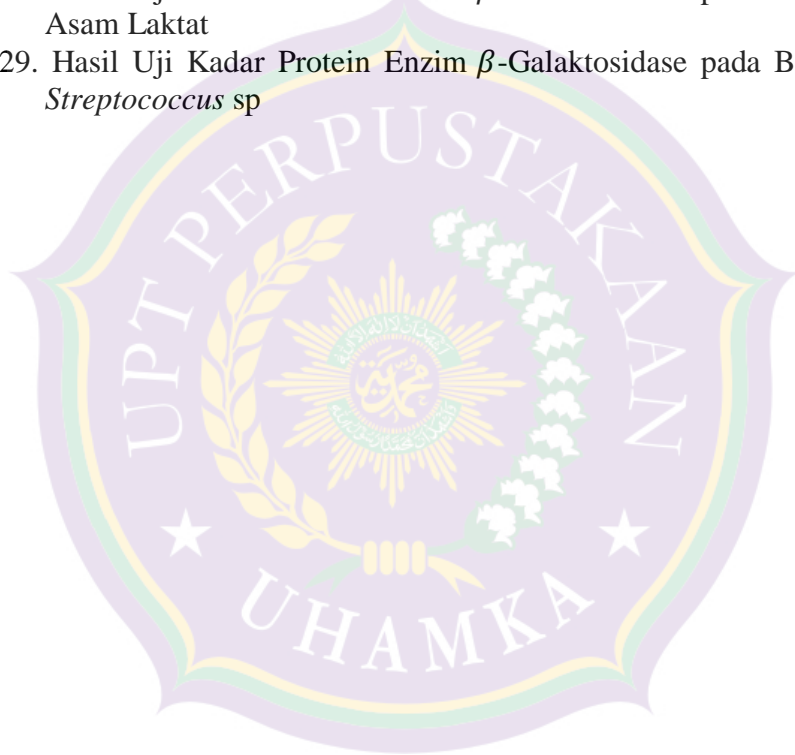
	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Landasan Teori	
1. Klasifikasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	3
2. Bakteri Asam Laktat	3
3. Fermentasi	4
4. Enzim β -Galaktosidase	5
5. Karakterisasi Enzim	5
6. Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	7
7. Uji Kadar Protein	7
8. Metode Respon Permukaan (<i>Response Surface Methodology</i>)	7
B. Kerangka Berfikir	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
A. Tempat dan Waktu Penelitian	9
1. Tempat Penelitian	9
2. Waktu Penelitian	9
B. Alat dan Bahan Penelitian	9
1. Bahan Penelitian	9
2. Alat Penelitian	9
C. Prosedur Penelitian	10
1. Pemilihan Sampel dan Determinasi	10
2. Sterilisasi Alat	10
3. Pembuatan Medium (MRSa & MRSB)	10
4. Pembuatan Reagen Bradford	10
5. Fermentasi Kubis	10
6. Isolasi Bakteri Asam Laktat Hasil Fermentasi Kubis	11
7. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat	11
8. Produksi Enzim β -Galaktosidase	12
9. Uji Kadar Protein	12

	12
10. Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	13
11. Metode Respon Permukaan (<i>Response Surface Methodology</i>)	15
12. Analisis Data	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
A. Pemilihan Sampel dan Determinasi	17
B. Fermentasi Kubis	17
C. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Hasil Fermentasi Kubis	18
D. Produksi Enzim β -Galaktosidase	19
E. Uji Kadar Protein	20
F. Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	21
G. Analisis Respon Pemilihan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	22
1. Rancangan Percobaan dengan RSM	22
2. Hasil Optimasi Suhu Terhadap Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat dan <i>Streptococcus</i> sp	31
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	34
A. Simpulan	34
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Rentang dan Level Variabel Bebas pada Optimasi Suhu Enzim β -Galaktosidase	15
Tabel 2. Rancangan Percobaan pada Optimasi Suhu Berdasarkan One Factor (<i>Design Expert 7.1.5</i>)	15
Tabel 3. Ringkasan Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari BAL Didasarkan pada Optimasi Rancangan Percobaan (<i>One factor</i>), Prediksi Numerik, dan Validasi Model	16
Tabel 4. Hasil Pengamatan Fermentasi Kubis	18
Tabel 5. Hasil Karakterisasi Bakteri Asam Laktat	19
Tabel 6. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase	20
Tabel 7. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	21
Tabel 8. Hasil Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	22
Tabel 9. Hasil Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	23
Tabel 10. Pemilihan Model Berdasarkan Uraian Jumlah Kuadrat dari Urutan Model pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	24
Tabel 11. Pemilihan Model Berdasarkan Uraian Jumlah Kuadrat dari Urutan Model pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	24
Tabel 12. Pemilihan Model Berdasarkan Pengujian Ketidaktepatan Model pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	25
Tabel 13. Pemilihan Model Berdasarkan Pengujian Ketidaktepatan Model pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	25
Tabel 14. Pemilihan Model Berdasarkan Ringkasan Model Secara Statistik pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	26
Tabel 15. Pemilihan Model Berdasarkan Ringkasan Model Secara Statistik pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	26
Tabel 16. Uji ANOVA dari Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	27
Tabel 17. Uji ANOVA dari Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	28
Tabel 18. Penyesuaian Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	28
Tabel 19. Penyesuaian Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	29
Tabel 20. Penyesuaian R-Kuadrat Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	29

Tabel 21. Penyesuaian R-Kuadrat Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	29
Tabel 22. Kondisi Optimal yang Disarankan dan Prediksi Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat dan <i>Streptococcus</i> sp	31
Tabel 23. Penetapan Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat dan <i>Streptococcus</i> sp yang Disarankan Oleh RSM	31
Tabel 24. Ringkasan Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	32
Tabel 25. Ringkasan Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	32
Tabel 26. Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	58
Tabel 27. Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	59
Tabel 28. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	62
Tabel 29. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kubis	3
Gambar 2. Pengaruh Variabel Rentang pH Terhadap Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	30
Gambar 3. Pengaruh Variabel Rentang pH Terhadap Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	30



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Prosedur Penelitian	38
Lampiran 2. Skema Pembuatan Medium	39
Lampiran 3. Skema Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	40
Lampiran 4. Skema Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	41
Lampiran 5. Skema Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	42
Lampiran 6. Skema Produksi Enzim β -Galaktosidase	43
Lampiran 7. Skema Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase	44
Lampiran 8. Skema Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	45
Lampiran 9. Hasil Determinasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	46
Lampiran 10. Sertifikat Analisis MRSB	47
Lampiran 11. Sertifikat Analisis ONPG	48
Lampiran 12. Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standard ONP	49
Lampiran 13. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	50
Lampiran 14. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	51
Lampiran 15. Panjang Gelombang dan Kurva Standard <i>Bovine Serum Albumin</i> (BSA)	52
Lampiran 16. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	53
Lampiran 17. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	54
Lampiran 18. Perhitungan Kurva Standard <i>O-Nitrophenol</i> (ONP)	55
Lampiran 19. Perhitungan Uji Aktivitas Enzim β -galaktosidase	56
Lampiran 20. Perhitungan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standard <i>Bovine Serum Albumin</i> (BSA)	60
Lampiran 21. Perhitungan Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase	61
Lampiran 22. Hasil Fermentasi Kubis	63
Lampiran 23. Hasil Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	64
Lampiran 24. Hasil Pemurnian Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	65
Lampiran 25. Hasil Pengkayaan dan Pemurnian Isolat Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	66
Lampiran 26. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	67
Lampiran 27. Hasil Produksi, Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dan Kadar Protein	68
Lampiran 28. Bahan-bahan yang Digunakan dalam Penelitian	69
Lampiran 29. Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian	70
Lampiran 30. Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian (Lanjutan)	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Enzim merupakan suatu senyawa protein yang berfungsi sebagai katalisator biologis dalam reaksi biokimia. Katalisator adalah suatu zat yang bekerja mempercepat suatu reaksi kimia tertentu tanpa mengubah reaksi dan tidak mengubah kesetimbangan reaksi (Sinaga 2012). Saat ini pemanfaatan enzim untuk reaksi-reaksi yang terjadi diluar sel banyak diaplikasikan dalam dunia industri. Pemanfaatan enzim dapat dilakukan secara langsung menggunakan enzim hasil isolasi maupun dengan cara pemanfaatan mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim untuk berbagai keperluan (Harti 2015). Salah satu enzim yang potensial digunakan dalam industri farmasi dan pangan adalah enzim β -galaktosidase.

Enzim β -galaktosidase (EC 3.2.1.23) termasuk enzim hidrolase dan mempunyai nama lain laktase karena berikatan dengan substrat laktosa. Enzim β -galaktosidase berperan untuk menghidrolisis laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Enzim ini dapat diperoleh dari tanaman, mikroorganisme dan beberapa khamir pencernaan mamalia. Enzim β -galaktosidase mempunyai pH optimal 7 dan suhu optimum 37°C dari bakteri (Aurand 1987).

Bakteri asam laktat yang dapat dimanfaatkan dalam industri pangan dan obat-obatan terdiri dari beberapa genus, diantaranya adalah *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weisella*. Bakteri ini berikatan erat dengan bahan pangan karena mampu tumbuh pada hampir semua bahan pangan khususnya susu, mampu menurunkan pH sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk, serta BAL termasuk dalam kategori bakteri yang aman dikonsumsi. Keuntungan mengkonsumsi produk pangan yang mengandung BAL karena BAL memiliki manfaat yaitu meningkatkan kesehatan saluran pencernaan, meningkatkan sistem imun, menurunkan gejala *lactose intolerance*, dan menurunkan prevalensi alergi pada individu yang rentan, serta menurunkan resiko kanker kolon (Widodo dan Tiyas 2019).

Sayur merupakan salah satu bahan pangan yang dapat difermentasi secara alami karena sayur mengandung gula dan zat-zat gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri asam laktat (Buckle *et al.* 1987). Salah satu sumber sayur yang dapat difermentasi adalah kubis (*Brassica oleracea* L.). Fermentasi kubis ini dilakukan dengan menambahkan larutan garam NaCl (konsentrasi tertentu). Tujuan penambahan garam ini adalah untuk menarik air dan zat-zat gizi dari jaringan sayuran. Zat-zat gizi tersebut melengkapi substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat yang terdapat dipermukaan daun-daun kubis (Buckle *et al.* 1987).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan isolasi bakteri asam laktat penghasil enzim β -galaktosidase dari hasil fermentasi kubis, namun penentuan suhu optimal enzim belum dilakukan (Nabilah 2017). Pada penelitian lainnya juga telah didapatkan suhu optimal aktivitas enzim β -galaktosidase dari *Lactobacillus plantarum* yaitu 45°C (Prihantini dkk 2013). Maka selanjutnya akan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui suhu optimal aktivitas enzim β -galaktosidase dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis menggunakan metode RSM (*Response Surface Methodology*).

B. Permasalahan penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah berapa suhu optimal enzim β -galaktosidase dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.).

C. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu optimal enzim β -galaktosidase dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.).

D. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai suhu optimal enzim β -galaktosidase yang diperoleh dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.) yang nantinya bisa menjadi bahan tambahan dalam produk industri farmasi sehingga dapat membantu penderita intoleran laktosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agromedia Redaksi. 2008. *Buku Pintar Tanaman Obat*. Agromedia Pustaka. Jakarta. Hlm 152.
- Asrilina G. 2019. Penentuan pH Optimal Aktivitas Xilanolitik dari Ekstrak Protein Rumen Kambing (*Capra hircus*). *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA, Jakarta.
- Aurand LW. 1987. *Food Composition and Analysis*. Van Nostrand Reinhold. New York. Hlm 307.
- Bezerra MA, Santelli RE, Oliveria EP, Villar LS, Escalera LA. 2008. *Response Surface Methodology (RSM) as A Tool for Optimazation in Analytical Chemistry*. *Talanta*. **76**: 965-977.
- Bintang M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Erlangga. Jakarta. Hlm 103-104.
- Bradford MM. 1976. A Rapid and Sensitive Method for Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein Dye-Binding. *Analytical Biochemistry*. **7**(2): 248-254.
- Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Wootton M. 1987. *Ilmu Pangan*, Terjemahan: Adiono, Purnomo H. UI Press. Jakarta. Hlm 94, 97.
- Carevic M, Maja VS, Sanja G, Marija S, Mladen M, Aleksandra D, Dejan B. 2015. Optimization of β -galaktosidase Production from Lactic Acid Bacteria. Scientific Paper. *Hematology Indian*. **69** (3) 305-312.
- Choliq A, Khusniati T. 2011. Aktivitas β -Galaktosidase Penghidrolisis Laktosa Susu pada Bakteri Unggul Terseleksi dari Buah *Carica papaya*. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor. Hlm 398-402.
- Dinata DI. 2009. *Bioteknologi Pemanfaatan Mikroorganisme dan Teknologi Bioproses*. EGC. Jakarta. Hlm 91.
- Hadioetomo RS. 2010. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm. 67, 102-106.
- Harti AS. 2015. *Mikrobiologi Kesehatan*. ANDI. Yogyakarta. Hlm 238.
- Irma A, Dwyana Z, Haedar N. 2015. Efektivitas Antimikroba Bakteri Probiotik dari Usus Itik Pedaging *Anas domesticus* terhadap Pertumbuhan *Vibrio* spp. Universitas Hasanuddin. Makassar. Hlm 1-12.
- Jiang T, Xing B, Rao J. 2008. Recent Developments of Biological Reporter Technology for Detecting Gene Expression. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*. **25**: 41-76.

- Khusniati T, Mariyani N, Lioe HN, Faridah DN, Choliq A, Sulistiani. 2015. Purifikasi Parsial dan Karakterisasi β -galaktosidase, *Lactobacillus plantarum* B123 Indigenos dan Hidrolisis Laktosa untuk Produksi Susu High Temperature Rendah Laktosa. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. **17**(2): 174-161.
- Laily IN, Utami R, Widowati E. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Riboflavin dari Produk Fermentasi Sawi Asin. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* **2**(4): 179-184.
- Nabilah K. 2017. Isolasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Enzim β -galaktosidase dari Fermentasi Kubis. *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA. Jakarta.
- Nuryanti, Salimy DH. 2008. Metode Permukaan Respon dan Aplikasinya pada Optimasi Eksperimen Kimia. *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir*. Hlm 373-391.
- Poedjiadi A, Supriyanti TFM. 2009. *Dasar-Dasar Biokimia*. UI Press. Jakarta. Hlm 140, 143.
- Prihantini NN, Tatik K, Maria B, Abdul C, Sulistiani. 2013. Purifikasi Parsial dan Karakterisasi β -Galactosidase dari *Lactobacillus plantarum* Strain D-210. *Jurnal Kedokteran Yarsi* **21**(1): 014-026.
- Purwanto MGM. 2014. Perbandingan Analisa Kadar Protein Terlarut dengan Berbagai Metode Spektroskopi UV-Visible. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* **7**(2): 64-71.
- Riadi L. 2013. *Teknologi Fermentasi Edisi 2*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hlm 1, 10, 125, 137.
- Rukmana R. 2002. *Bertanam Kubis*. Yogyakarta: Kanisius. Hlm 17.
- Sarah, Putra SR, Putro HJ. 2009. Isolasi α -Amilase Termotabil dari Bakteri Termofilik *Bacillus stearothermophilus*. Dalam: *Prosiding Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Hlm 1-4.
- Sinaga E. 2012. *Biokimia Dasar*. ISFI. Jakarta Barat. Hlm 143, 145.
- Prijanti RA. 2001. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim. Dalam: Soewoto H, Sadikin M, Kurniati VMM, Wanandi IS, Retno D, Abadi P, Prijanti RA, Harahap PI, Jusman AWS. *Biokimia : Eksperimen Laboratorium*. Widya Medika. Jakarta. Hlm 50-54.
- Suprihatin, Perwitasari DS. 2010. Pembutan Asam Laktat dari Limbah Kubis. Dalam: *Makalah Seminar Nasional Ketahanan Pangan dan Energi*. Hlm 1-8.

- Susilowati S, Handini. 2016. Uji Kimia, Mikrobiologi, dan Organoleptik "Indonesia Sauerkraut" dengan Cabai dan Bawang Putih. Dalam : *Seminar Nasional dan Gelar Produk*. Universitas Katolik Widya Karya. Malang. Hlm 1-10.
- Widodo, Tiyas TT. 2019. *Bakteri Asam Laktat Strain Lokal*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hlm 1, 3.
- Yudanti SM. 2018. Optimasi pH untuk Aktivitas Selulolitik Ekstrak Protein dari Rumen Kambing (*Capra hircus*). *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA, Jakarta.
- Yuningtyas S. 2008. Isolasi dan Karakterisasi β -Galaktosidase Bakteri Asam Laktat dari Makanan Hasil Fermentasi. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor. Hlm. 7,8, 23.

