



**PENENTUAN pH 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:


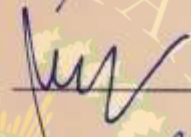

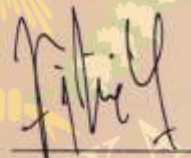


**Vina Oktaviana Hendarjat
1404015376**



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

Skripsi dengan Judul
**PENENTUAN pH 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
Vina Oktaviana Hendarjat, NIM 1404015376

	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua <u>Wakil Dekan I</u> Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt.		<u>5/3 2020</u>
<u>Penguji I</u> Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si.		<u>18 Januari 2020</u>
<u>Penguji II</u> Fitriani, Dra., M.Si.		<u>20 Januari 2020</u>
<u>Pembimbing I</u> Fitri Yuniarti, M.Si.		<u>29 Januari 2020</u>
<u>Pembimbing II</u> Hanifah Rahmi, S.Si., M.Biomed.		<u>20 Januari 2020</u>
Mengetahui:		
Ketua Program Studi Kori Yati, M.Farm., Apt.		<u>27 Januari 2020</u>

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

ABSTRAK

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

**VINA OKTAVIANA HENDARJAT
1404015376**

Fermentasi kubis menghasilkan bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat adalah salah satu mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim β -galaktosidase. Enzim β -galaktosidase berguna bagi penderita intoleran laktosa karena dapat memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimal aktivitas β -Galaktosidase bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis. Isolasi BAL pada penelitian ini mendapatkan 6 isolat yang akan di sonikasi menjadi enzim. Penelitian ini menggunakan bakteri pembanding yaitu *Streptococcus* sp. Penentuan kadar protein menggunakan metode Bradford, penentuan aktivitas enzim menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan optimasi pH aktivitas β -Galaktosidase dilakukan menggunakan metode RSM. Pada penelitian sebelumnya, didapatkan kadar protein tertinggi sebesar 1,9160 mg/ml dan nilai aktivitas tertinggi sebesar 0,7470 U/ml. Pada penelitian sebelumnya juga, didapatkan optimasi pH enzim β -galaktosidase yaitu pada pH 6,5 dengan nilai aktivitas sebesar 0,128 mg/ml. Hasil penelitian ini, didapatkan optimasi pH enzim β -galaktosidase yaitu pada pH 6,22 dengan kadar protein 0,647 mg/ml dan nilai aktivitas sebesar 0,8224 U/ml.

Kata Kunci : Kubis, bakteri asam laktat, β -Galaktosidase, pH, *RSM*.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul: **“PENENTUAN pH OPTIMAL AKTIVITAS ENZIM β -GALAKTOSIDASE DARI BAKTERI ASAM LAKTAT HASIL FERMENTASI KUBIS (*Brassica oleracea* L.) MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* (RSM)”**. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarganya, sahabatnya, serta umatnya.

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.

Terselesainya penelitian dan skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan uluran tangan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Hadi Sunaryo, M.Si., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
2. Bapak Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt., selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
3. Ibu Dra. Sri Nevi Gantini, M.Si., selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
4. Ibu Ari Widayanti, M.Farm., Apt., selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
5. Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag., selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
6. Ibu Kori Yati, M.Farm., Apt., selaku Ketua Program Studi Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
7. Ibu Fitri Yuniarti, M.Si., selaku pembimbing I yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Ibu Hanifah Rahmi S.Si., M.Biomed, selaku pembimbing II yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Ayahanda tercinta Agus Hendarjat, Ibunda tercinta Kusumaningsih yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil
10. Teman – teman satu kelompok Fitri Suryati Ros dan Radha Fajriana yang telah menjadi tempat bertukar pemikiran dan berkeluh kesah, serta membagi semangat bersama selama penelitian ini
11. Ibu Almawati Situmorang M. Farm., Apt., selaku kepala laboratorium Farmasi dan Sains UHAMKA, beserta seluruh staff laboratorium dan seluruh dosen di Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA yang telah memberikan dorongan semangat dan secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
12. Seluruh staff dan karyawan TU serta civitas kampus yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuannya dalam mengurus administrasi selama masa kuliah hingga saat ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam melakukan penelitian serta penulisan skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca untuk membangun dan menyempurnakan skripsi ini.

Jakarta, November 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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	3
a. Klasifikasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	3
b. Deskripsi Tanaman	3
c. Bakteri Asam Laktat	4
d. Enzim β -Galaktosidase	4
e. Isolasi Bakteri Asam Laktat	5
f. Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	5
g. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim	5
h. Penentuan Kadar Protein	6
i. Spektrofotometri UV-Vis	7
j. <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	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. Bahan dan Alat Penelitian	9
1. Bahan Penelitian	9
2. Alat Penelitian	9
C. Prosedur Penelitian	9
1. Pemilihan Sampel dan Determinasi	9
2. Sterilisasi Alat	10
3. Pembuatan Medium dan Preaksi	10
4. Fermentasi Kubis	10
5. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis	11
6. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat	11
8. Produksi Enzim β -Galaktosidase	12
9. Uji Kadar Protein	12
10. Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	13
11. Metode Respon Permukaan (<i>Response Surface Methodology</i>)	15

D. Analisis Data	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
A. Pemilihan Sampel dan Determinasi	18
B. Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	18
C. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	19
D. Produksi Enzim β -Galaktosidase	20
E. Uji Kadar Protein β -Galaktosidase	21
F. Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	22
G. Analisis Respon Pemilihan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	24
1. Rancangan Percobaan dengan RSM	24
2. Hasil Optimasi pH terhadap Aktivitas Enzim β -Galaktosidase Dari Bakteri Asam Laktat dan <i>Streptococcus</i> sp	32
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	35
A. Simpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pembuatan Dapar pH 4,5; 5,38; 6,25; 7,13; dan 8,0	15
Tabel 2. Rentang dan Level Variabel Bebas pada Optimasi pH Enzim	16
Tabel 3. Rancangan Percobaan pada Optimasi pH Berdasarkan One Factor	16
Tabel 4. Ringkasan Hasil Aktivitas β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat Didasarkan pada Optimasi Rancangan Percobaan (<i>One Factor</i>), Prediksi Numerik dan Validasi Model	17
Tabel 5. Hasil Pengamatan Organoleptis Fermentasi Kubis	19
Tabel 6. Hasil Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis	20
Tabel 7. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase	21
Tabel 8. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase yang Diperoleh dari Isolat Bakteri Asam Laktat pada pH 4,5; 5,38; 6,25; 7,13 dan 8,0	22
Tabel 9. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase yang Diperoleh dari Isolat Bakteri Asam Laktat pada pH 4,5; 5,38; 6,25; 7,13 dan 8,0	23
Tabel 10. Hasil Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	24
Tabel 11. Hasil Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	24
Tabel 12. Pemilihan Model Berdasarkan Uraian Jumlah Kuadrat dari Urutan Model Pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	25
Tabel 13. Pemilihan Model Berdasarkan Uraian Jumlah Kuadrat dari Urutan Model Pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> sp	26
Tabel 14. Pemilihan Model Berdasarkan Pengujian Ketidaktepatan Model Pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	26
Tabel 15. Pemilihan Model Berdasarkan Pengujian Ketidaktepatan Model pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> Sp	27
Tabel 16. Pemilihan Model Berdasarkan Ringkasan Model Secara Statistik pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	28
Tabel 17. Pemilihan Model Berdasarkan Ringkasan Model Secara Statistik pada Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> Sp	28
Tabel 18. Uji ANOVA dari Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	28
Tabel 19. Uji ANOVA dari Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> sp	29

Tabel 20. Penyesuaian Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	30
Tabel 21. Penyesuaian Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> sp	30
Tabel 22. Penyesuaian R-kuadrat Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	31
Tabel 23. Penyesuaian R-kuadrat Model Untuk Respon Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> sp	31
Tabel 24. Kondisi Optimal yang Disarankan RSM dan Prediksi Aktivitas β -Galaktosidase	32
Tabel 25. Penetapan Aktivitas β -Galaktosidase dari Isolat BAL dan <i>Streptococcus</i> sp menggunakan pH yang Disarankan oleh RSM	33
Tabel 26. Ringkasan Hasil Aktivitas β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat yang Didasarkan pada Optimasi Rancangan Percobaan (One Factor), Prediksi Numerik, dan Validasi Model	33
Tabel 27. Ringkasan Hasil Aktivitas β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> sp yang Didasarkan pada Optimasi Rancangan Percobaan (One Factor), Prediksi Numerik, dan Validasi Model	34
Tabel 28. Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	59
Tabel 29. Hasil Aktivitas Enzim β -Galaktosidase pada <i>Streptococcus</i> sp	60
Tabel 30. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	63
Tabel 31. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri <i>Streptococcus</i> sp.	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kubis	3
Gambar 2. Pengaruh Variabel Rentang pH Terhadap Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari Bakteri Asam Laktat	31
Gambar 3. Pengaruh Variabel Rentang pH Terhadap Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dari <i>Streptococcus</i> sp	32



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Prosedur Penelitian	39
Lampiran 2. Skema Pembuatan Medium	40
Lampiran 3. Skema Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	41
Lampiran 4. Skema Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	42
Lampiran 5. Skema Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	43
Lampiran 6. Skema Produksi Enzim β -Galaktosidase	44
Lampiran 7. Skema Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase	45
Lampiran 8. Skema Uji Aktivitas Enzim β -galaktosidase	46
Lampiran 9. Hasil Determinasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	47
Lampiran 10. Sertifikat Analisis MRSB	48
Lampiran 11. Sertifikat Analisis ONPG	49
Lampiran 12. Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Kalibrasi ONP	50
Lampiran 13. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	51
Lampiran 14. Hasil Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	52
Lampiran 15. Panjang Gelombang dan Kurva Kalibrasi Bovine Serum Albumin (BSA)	53
Lampiran 16. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri Asam Laktat	54
Lampiran 17. Hasil Uji Kadar Protein Enzim β -Galaktosidase pada Bakteri <i>Streptococcus</i> sp	55
Lampiran 18. Perhitungan Kurva Kalibrasi O-Nitrophenol (ONP)	56
Lampiran 19. Perhitungan Uji Aktivitas Enzim β -Galaktosidase	57
Lampiran 20. Perhitungan λ maksimum dan Kurva Kalibrasi Bovine Serum Albumin (BSA)	61
Lampiran 21. Perhitungan Uji Kadar Protein Enzim β -galaktosidase	62
Lampiran 22. Hasil Fermentasi Kubis	64
Lampiran 23. Hasil Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	65
Lampiran 24. Hasil Pemurnian Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	66
Lampiran 25. Hasil Pengkayaan dan Pemurnian Isolat Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	67

Lampiran 26. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L.)	68
Lampiran 27. Hasil Produksi, Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dan Kadar Protein	69
Lampiran 28. Bahan-Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	71
Lampiran 29. Alat-Alat yang Digunakan dalam Penelitian	72



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Enzim adalah protein yang mengkatalisis reaksi biokimia. Enzim biasanya terdapat dalam konsentrasi yang sangat rendah di dalam sel, di mana mereka meningkatkan laju reaksi tanpa mengubah posisi kesetimbangan (Ngili 2015). Secara praktis enzim banyak digunakan di berbagai bidang kegiatan. Enzim digunakan secara luas dalam bidang industri, terutama industri bioteknologi (Sadikin 2002). Salah satu enzim yang digunakan dalam bidang farmasi adalah enzim β -galaktosidase.

Enzim β -galaktosidase menghidrolisis laktosa menjadi glukosa dan galaktosa (Aurand 1987). Intoleransi laktosa adalah suatu keadaan dimana tubuh tidak dapat memetabolisme laktosa. Secara normal, laktosa yang dikonsumsi akan segera dicerna oleh enzim laktase yang terdapat dalam saluran pencernaan menjadi glukosa dan galaktosa. Beberapa bayi atau pun orang dewasa, kekurangan enzim laktase di saluran pencernaannya. Akibatnya laktosa yang dikonsumsi tidak dapat dicerna, sehingga akan diuraikan oleh bakteri-bakteri yang terdapat dalam saluran pencernaan menghasilkan zat-zat asam dan gas. Adanya asam dan gas di dalam saluran pencernaan menyebabkan perut terasa perih, kembung dan diare (Sinaga 2012).

Faktor yang mempengaruhi kerja enzim, diantaranya konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, suhu, dan pH. Setiap enzim bekerja pada rentang pH tertentu (Sinaga 2012). Enzim dapat berbentuk ion positif, ion negatif atau ion bermuatan ganda. Dengan ini, perubahan pH lingkungan akan berpengaruh terhadap efektifitas bagian aktif enzim dalam membentuk kompleks enzim substrat. Pada pH rendah atau pH tinggi dapat pula menyebabkan terjadinya proses denaturasi. Proses denaturasi akan menyebabkan menurunnya aktifitas enzim (Poedjadi dan Supriyanti 2009).

Optimasi menggunakan *Response Surface Method* (RSM) bisa diterapkan pada penelitian di bidang Farmasi dan Ilmu Kesehatan. Penggunaan RSM tidak hanya terbatas untuk ilmu-ilmu tersebut, namun semua bidang ilmu khususnya penelitian yang bertujuan untuk mencari kondisi variabel optimum bisa

menggunakan metode ini. Metode ini menggunakan analisis regresi pada data eksperimen.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan isolasi bakteri asam laktat penghasil enzim β -galaktosidase dari fermentasi kubis (Nabilah 2017). Prihantini dkk. (2013) telah melakukan purifikasi parsial dan karakterisasi β -galaktosidase dari *Lactobacillus plantarum* Strain D-210. Dalam penelitian tersebut, didapatkan pH optimum enzim β -galaktosidase. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan optimasi pH aktivitas enzim β -galaktosidase yang dihasilkan dari bakteri asam laktat yang diisolasi dari fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.) yang akan ditentukan pH optimal nya, dengan diawali isolasi bakteri asam laktat dari fermentasi kubis, penentuan kadar protein dan diuji aktivitas enzimnya. Pengujian aktivitas enzim dilakukan menggunakan substrat o-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside (ONPG) dan larutan standar o-nitrophenol (ONP). Pengujian kadar protein dilakukan dengan menggunakan Metode Bradford. Penentuan pH optimal menggunakan *Response Surface Method* (RSM).

B. Permasalahan Penelitian

Permasalahan pada penelitian ini yaitu berapa pH optimal aktivitas enzim β -galaktosidase yang berasal dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis.

C. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi bakteri asam laktat penghasil enzim β -galaktosidase dari fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.) dan mengetahui pH optimal aktivitas enzim β -galaktosidase.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pH optimal enzim β -galaktosidase dari bakteri asam laktat hasil fermentasi kubis (*Brassica oleracea* L.) yang bermanfaat dalam dunia kesehatan terutama bidang farmasi yaitu intoleran laktosa dan mengetahui pH optimum dalam pembuatan produk kesehatan menggunakan bahan tambahan yaitu enzim β -galaktosidase.

DAFTAR PUSTAKA

- Aurand LW. 1987. *Food Composition and Analysis*. Van Nostrand Reinhold. New York. Hlm. 307.
- Bezerra MA, Santelli RE, Oliveira 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. 97-98, 103-104, 107.
- 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.
- Cappuccino JG, Sherman N. 2013. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*, Terjemahan: Miftahurrahmah N. EGC. Jakarta. Hlm. 323, 324.
- Carevic M, Sekulic MV, Grbavcic S, Stojanovic M, Mihailovic M, Dimitrijevic A, Bezbradica D. 2017. Optimization of β -Galactosidase Production from Lactid Acid Bacteria. Scientific Paper. *Hematology Indian*. **69** (3): 305-312.
- Choliq A, Khusniati T. 2011. Aktivitas β -Galaktosidase Penghidrolisa Laktosa Susu Pada Bakteri Unggul Terseleksi dari Buah *Carica papaya*. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Hlm. 398-402.
- Dalimartha S. 2003. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia jilid 2*. Jakarta: Trubus Agriwidya. Hlm. 116-117.
- Gandjar I, Rohman A. 2012. *Kimia Analisis Farmasi*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. Hlm. 240
- Gandjar I, Rohman A. 2015. *Spektroskopi Molekuler untuk Analisis Farmasi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hlm. 11.
- Hadioetomo RS. 2010. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm. 62, 69, 76-77, 102-106.
- 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 Ultra High Temperature Rendah Laktosa. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. **17** (2): 147-161.
- 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.
- Ngili Y. 2015. *Biokimia: Aliran Informasi Genetika*. Innosain. Yogyakarta. Hlm. 237.
- 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*. Jakarta. UI press. Hlm. 145, 162.
- Pollack AR, Findlay L, Mondschein W, Modesto RR. 2012. *Laboratory Exercises in Microbiology*, Terjemahan: Lakshmi T. EGC. Jakarta. Hlm. 22, 25.
- Prihantini N, Khusniati T, Bintang M, Choliq A. 2013. Purifikasi Parsial dan Karakterisasi β -galaktosidase dari *Lactobacillus plantarum* Strain D-210. *Jurnal Kedokteran Yarsi* **21** (1): 014-026.
- Promega. 2012. *Buffer for Biochemicalreaction Protocols & Application Guide*. Hlm. 15.4-15.5.
- Rukmana R. 2002. *Bertanam Kubis*. Yogyakarta: Kanisius. Hlm. 17, 29.
- Sadikin M. 2002. *Biokimia Enzim*. Widya Medika. Jakarta. Hlm. 279.
- 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 Nopemer. Surabaya. Hlm. 1-4.
- Sinaga E. 2012. *Biokimia Dasar*. ISFI. Jakarta Barat. Hlm. 158-160.
- Sunatmo TI. 2009. *Eksperimen Mikrobiologi dalam Laboratorium*. Ardy Agency. Jakarta. Hlm. 32.
- Susilowati S, Handini. 2016. Uji Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik “Indonesian Sauerkraut” dengan Cabai dan Bawang Putih. Dalam: *Seminar Nasional dan Gelar Produk*. Universitas Katolik Widya Karya, Malang. Hlm. 1-10.

- Swain MR, Anandharaj M, Ray RC, and Rani RP. 2014. Fermented Fruits and Vegetables of Asia: A Potential Source of Probiotics. *Biotechnology Research International*. Hlm. 1 – 19.
- Yudanti MS. 2018. Optimasi pH untuk Aktivitas Selulolitik Ekstrak Protein dari Rumen Kambing. *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.

