



**PENETAPAN pH OPTIMAL AKTIVITAS XILANOLITIKDARI
EKSTRAK PROTEIN RUMEN KAMBING (*Capra hircus*)**

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

Oleh :

**Gabby Asrilina
1404015147**

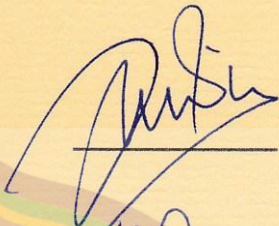


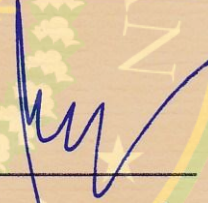




**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2019**

Skripsi dengan Judul

**PENETAPAN pH OPTIMAL AKTIVITAS XILANOLITIK DARI EKSTRAK
PROTEIN RUMEN KAMBING (*Capra hircus*)**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh:
Gabby Asrilina, NIM 1404015147

	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Ketua</u> <u>Wakil Dekan I</u> Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt.		15/5/19
<u>Penguji I</u> Wahyu Hidayati, S.Si., M.Biomed.		12/3-19
<u>Penguji II</u> Hanifah Rahmi, S.Si., M.Biomed.		14/3 2019
<u>Pembimbing I</u> Dr. Priyo Wahyudi, M.Si.		14/3 2019
<u>Pembimbing II</u> Fitri Yuniarti, M.Si.		15/2019 /3
<u>Mengetahui:</u> Ketua Program Studi Kori Yati, M.Farm., Apt.		16/3.19

Dinyatakan lulus pada tanggal: 16 Februari 2019

ABSTRAK

PENETAPAN pH OPTIMAL AKTIVITAS XILANOLITIK DARI EKSTRAK PROTEIN RUMEN KAMBING(*Capra hircus*)

GABBY ASRILINA
1404015147

Cairan rumen kambing merupakan salah satu limbah dari Rumah Pemotongan Hewan (RPH) yang belum dimanfaatkan. Limbah dari cairan rumen kambing kaya akan enzim-enzim, salah satunya adalah enzim xilanase. Xilanase merupakan enzim yang memiliki kemampuan menghidrolisis hemiselulosa, yaitu xilan menjadi gulaxilosa. Gula xilosabanyak digunakan untuk konsumsipenderita diabetes. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimal aktivitas xilanolitik dari ekstrak protein rumen kambing. Optimasi pH aktivitas xilanolitik dilakukan dengan menggunakan metode *Response Surface Methodology* pada pH 5,8; 6,35; 6,9; 7,45; dan 8. Penelitian ini menggunakan cairan rumen kambing dari RPH Pulo Gadung. Amonium sulfat 60% digunakan untuk mengendapkan protein rumen kambing, metode Bradford digunakan untuk mengukur kadar protein rumen kambing, dan metode dinitrosalisilat (DNS) untuk menentukan aktivitas xilanase. Hasil menunjukkan pH optimal aktivitas xilanolitik ekstrak protein rumen kambing adalah 6,96 dengan nilai aktivitas sebesar 1,4315 U/ml, dan kandungan protein sebesar 0,4899 mg/ml.

Kata Kunci : Enzim xilanase, pH optimal, rumen kambing, *Response Surface Methodology*

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 “**PENETAPAN pH OPTIMAL AKTIVITAS XILANOLITIK DARI EKSTRAK PROTEIN RUMEN KAMBING (*Capra hircus*)**”.

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 dan Wakil Dekan I FFS Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
- 2) Ibu Dra. Sri Nevi Gantini, M.Si., selaku Wakil Dekan II FFS UHAMKA.
- 3) Ibu Ari Widayanti, M.Farm., Apt., selaku Wakil Dekan III FFS UHAMKA.
- 4) Ibu Kori Yati, M.Farm., Apt., selaku Ketua Program Studi Farmasi, FFS Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
- 5) Ibu Yudi Srifiana M.Si., Apt, selaku Pembimbing Akademik Studi Farmasi, FFS Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.
- 6) Bapak Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si., selaku pembimbing I yang senantiasa selalu membimbing dan mengarahkan serta pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran saat penulisan skripsi ini. Terimakasih atas pengalaman dan kesabaran dalam membantu penulis selama ini.
- 7) Ibu Fitri Yuniarti, M.Si. selaku pembimbing II yang selalu membimbing dan memberikan dorongan dan semangat, memberikan saran dan pencerahan untuk penulisan skripsi ini.
- 8) Ayahanda tercinta Alm. Rahmantri Asril, Ibunda tercinta Sustrawati dan Ayah tiri tersayang Hadi Widoyo yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil serta adik-adikku tersayang Dwiky Rahmandi, Salsabila Rahmadhina, Muhammad Satria Jagad yang selalu memberikan semangat dari awal hingga akhir. Terimakasih selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang tiada henti untuk terus maju.
- 9) Teman – teman satu kelompok Megawati Sekartaji Yudanti dan Rhesma Ananta Putri yang telah menjadi tempat bertukar pemikiran dan berkeluh kesah, serta membagi semangat bersama selama penelitian ini.
- 10) Teman – teman sepermainan Rani, Awalia, Avi, Rita, Bayu, teman – teman di JSA Titin, Nindiani, Qufa, Salwa, teman – teman Jeketeks Indah, Noki, Yulin, Reiza, Ega yang sudah banyak membantu dan memberikan saran dalam penelitian ini, dan keluarga SAMSIKA (Saman Farmasi Uhamka)
- 11) Teman-teman angkatan 2014 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, sahabat-sahabatku tercinta Ismi Faqihyah, Dinda Bestari, Vini Febriyani Sawitri, Neta Hanawara, yang selalu memberikan dukungan serta doanya kepada penulis.

- 12) Teman – teman Asisten Laboratorium Biofarmasetika 2018 – 2019
M.Syaifullah, Syahrully Armada Jaya Ahmad, Saskia Nimaz Azka, Ayu Nurfadylla, Fajar Andrian
- 13) Dosen dan staff karyawan UHAMKA serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

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, Febuari 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	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Landasan Teori	4
1. Enzim Xilanase	5
2. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim	8
3. Rumen	9
4. Metode Pengendapan Protein	10
5. Metode Pengukuran Kadar Protein	11
6. Metode Pengukuran Aktivitas Enzim	12
7. Response Surface Methodology (RSM)	13
B. Kerangka Berfikir	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
A. Tempat dan Waktu Penelitian	15
1. Tempat Penelitian	15
2. Waktu Penelitian	15
B. Alat dan Bahan Penelitian	15
1. Alat Penelitian	15
2. Bahan Penelitian	15
C. Prosedur Penelitian	15
1. Penyediaan Bahan	16
2. Pengendapan Cairan Rumen Kambing	16
3. Pembuatan Reagen DNS	16
4. Pembuatan Reagen Bradford	16
5. Pembuatan Dapar pH 5,80; 6,40; 6,80; 7,40 dan 8,00	17
6. Pengujian Kadar Protein Enzim	17
7. Pengujian Aktivitas Xilanolitik	18
8. Rancangan Percobaan dengan <i>Response Surface Methodology</i>	20
D. Analisis Data	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Pengendapan Cairan Rumen Kambing	22
B. Penentuan Kadar Protein Kambing	23
C. Penentuan pH Optimal Aktivitas Xilanolitik	24
D. Analisis Respon Pemilihan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	26
1. Rancangan Percobaan dengan RSM	26
2. Hasil Optimasi pH Terhadap Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	31
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	34
A. Simpulan	34
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pembuatan Dapar pH 5,80; 6,40; 6,80; 7,40 dan 8,00	17
Tabel 2. Rentang dan Level Variabel Bebas pada Optimasi pH Enzim Xilanase	20
Tabel 3. Rancangan Percobaan pada Optimasi pH Berdasarkan One Factor (<i>Design Expert 7.1.6</i>)	20
Tabel 4. Ringkasan Hasil Aktivitas Xilanolitik dari Ekstrak Rumen Kambing Didasarkan pada Optimasi Rancangan Percobaan One Factor), Prediksi Numerik, dan Validasi Model.	21
Tabel 5. Hasil Ekstraksi Cairan Rumen Kambing	23
Tabel 6. Hasil Uji Kadar Total Protein Enzim dari Rumen Kambing	23
Tabel 7. Hasil Uji Aktivitas Xilanolitik dari Rumen Kambing pada pH 5,8; 6,35; 6,9; 7,45; dan 8	25
Tabel 8. Hasil Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	26
Tabel 9. Pemilihan Model Berdasarkan Uraian Jumlah Kuadrat dari Urutan Model pada Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	27
Tabel 10. Pemilihan Model Berdasarkan Pengujian Ketidaktepatan Model pada Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	28
Tabel 11. Pemilihan Model Berdasarkan Ringkasan Model Secara Statistik pada Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	28
Tabel 12. Uji ANOVA dari Model untuk Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	29
Tabel 13. Penyesuaian Model untuk Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	29
Tabel 14. Penyesuaian R-kuadrat Model untuk Respon Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	30
Tabel 15. Kondisi Optimal yang Disarankan RSM dan Prediksi Aktivitas Xilanolitik	31
Tabel 16. Penetapan Aktivitas Xilanolitik dari Rumen Kambing Menggunakan pH yang Disarankan Oleh RSM.	31
Tabel 17. Ringkasan Hasil Aktivitas Xilanolitik dari Ekstrak Rumen Kambing Didasarkan pada Optimasi Rancangan Percobaan (<i>One Factor</i>), Prediksi Numerik, dan Validasi Model.	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim	5
Gambar 2. Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Enzim	6
Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aktivitas Enzim	6
Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Aktivitas Enzim	7
Gambar 5. Sistem Pencernaan Kambing	9
Gambar 6. Pengaruh Variabel Rentang pH Terhadap Aktivitas Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	30



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Prosedur Penelitian	38
Lampiran 2. Skema Pemisahan Enzim Xilanase dari Rumen Kambing	39
Lampiran 3. Skema Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Bovine Serum Albumin</i> dengan Metode Bradford	40
Lampiran 4. Skema Penentuan Kurva Standar <i>Bovine Serum Albumin</i> dengan Metode Bradford	41
Lampiran 5. Skema Penentuan Kadar Total Protein Rumen Kambing	42
Lampiran 6. Skema Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Xilosa	43
Lampiran 7. Skema Penentuan Kurva Standar Xilosa	44
Lampiran 8. Hasil Penentuan Panjang Gelombang Maksimal BSA	45
Lampiran 9. Hasil Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Bovine Serum Albumin</i>	46
Lampiran 10. Hasil Perhitungan Kurva Standar <i>Bovine Serum Albumin</i>	47
Lampiran 11. Hasil Penentuan Kurva Standar <i>Bovine Serum Albumin</i>	48
Lampiran 12. Hasil Penentuan Kadar Total Protein Enzim pada Panjang Gelombang Maksimum 595,0 nm	49
Lampiran 13. Hasil Spektrum Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Xilosa	50
Lampiran 14. Perhitungan Kurva Standard Xilosa	51
Lampiran 15. Kurva Standard Xilosa	52
Lampiran 16. Hasil Penentuan pH Optimal Aktivitas Xilanolitik dengan Varian pH (Uji)	53
Lampiran 17. Hasil Penentuan pH Optimal Aktivitas Xilanolitik dengan Varian pH (Kontrol)	54
Lampiran 18. Hasil Aktivitas pH Optimal Xilanolitik dari Ekstrak Rumen Kambing pH 5,8; 6,35; 6,9; 7,45; dan 8	55
Lampiran 19. Perhitungan Aktivitas Xilanolitik dari Ekstrak Rumen Kambing	56
Lampiran 20. Hasil Penentuan Aktivitas pH Optimal pH 6,96 (Uji)	58
Lampiran 21. Hasil Penentuan Aktivitas pH Optimal pH 6,96 (Kontrol)	59
Lampiran 22. Perhitungan Aktivitas pH Optimal Enzim Xilanolitik pH 6,96	60
Lampiran 23. Deret Penjenuhan dengan Amonium Sulfat	62
Lampiran 24. Alat-alat yang Digunakan	63
Lampiran 25. Bahan-bahan yang Digunakan	64
Lampiran 26. Hasil Ekstraksi Enzim dari Rumen Kambing	65
Lampiran 27. Hasil Penelitian Uji Kadar Total Protein Enzim dari Rumen Kambing	66
Lampiran 28. Hasil Penelitian Penentuan pH Optimal Aktivitas pH Xilanolitik dari Ekstrak Rumen Kambing	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumah Pemotongan Hewan (RPH) merupakan tempat untuk pemotongan hewan sumber protein hewani seperti sapi, kerbau, domba, dan kambing. RPH menghasilkan limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal dan dibuang begitu saja, sehingga mencemari lingkungan. Limbah RPH meliputi darah, rambut hewan, dan isi saluran pencernaan hewan termasuk cairan rumen. Rumen merupakan salah satu struktur dari bagian sistem pencernaan ruminansia, tempat dilakukan pencernaan bahan makanan hijauan ternak ruminansia (Nagaraja 2016). Kambing merupakan salah satu hewan ruminansia kecil yang dipotong di RPH dan menghasilkan limbah isi rumen yang belum dimanfaatkan. Cairan rumen kaya akan enzim-enzim yang dapat dimanfaatkan, dan salah satunya adalah enzim xilanase.

Xilanase merupakan enzim yang memiliki kemampuan menghidrolisis hemiselulosa dalam hal ini ialah xilan menjadi gulaxilosa. Xilan banyak terkandung pada limbah pertanian dan industri makanan. Gula xilosa banyak digunakan untuk konsumsi penderita diabetes. Dengan kegunaan gula xilosa tersebut maka perlu adanya inovasi ke arah produksi xilosa (Richana 2002). Sebelum enzim xilanase dimanfaatkan perlu adanya karakterisasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi aktifitas enzim.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kerja enzim adalah konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, suhu, aktivator, inhibitor, dan pH. Enzim bekerja dalam rentang pH tertentu yang terbatas, apabila kondisi enzim beradadiluar rentang tersebut maka terjadi perubahan konformasi enzim yang menyebabkan aktivitas katalitiknya hilang. Pada pH tertentu, aktivitas katalitik enzim menunjukkan titik maksimum, pH ini disebut pH optimal (Sinaga 2012). Kondisi pH yang optimal akan mendukung enzim dalam melakukan proses katalitik suatu reaksi dengan baik, sehingga karakter pH pada enzim xilanase perlu diketahui. Penentuan pH optimal dapat diketahui dengan metode pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM).

Response Surface Methodology (RSM) terdiri dari sekelompok teknik matematika dan statistik yang dapat digunakan untuk mendefinisikan hubungan antara respon dan variabel bebas. Selain menganalisis pengaruh variabel bebas, metodologi eksperimental ini juga menghasilkan model matematis (Bas dan Boyaci 2007). RSM sama dengan analisis regresi, perbedaannya adalah dalam analisis *response surface* diterapkan teknik-teknik matematik untuk menentukan titik optimal agar dapat ditentukan respon yang optimal. Respon optimal dapat berupa grafik maksimum, minimum, dan *saddle point* (Hidayat dkk. 2008). Keuntungan dari menggunakan RSM adalah metode ini memberikan informasi yang banyak dari sejumlah kecil eksperimen dan di dalam metode ini dapat memungkinkan mengamati efek interaksi dari parameter bebas terhadap respon (Bas dan Boyaci 2007).

Seo *et al.* (2013) melaporkan bahwa pH optimal enzim xilanase yang diisolasi dari *Bacillus licheniformis* JK7 pada rumen kambing korea lokal adalah 5,0. Untuk mendapatkan nilai pH optimal dari aktivitas xilanolitik digunakan buffer yang berbeda (buffer 50 mM asetat untuk pH 3 sampai 5, 50 mM buffer fosfat untuk pH 6 sampai 8) pada 37 °C. Stabilitas enzim pada nilai pH yang berbeda ditentukan oleh enzim kasar pra-inkubasi dalam berbagai larutan buffer pH selama 4 jam pada suhu 4 °C. Budiansyah dkk. (2010) melaporkan bahwa karakteristik enzim cairan rumen sapi dari rumah potong hewan (RPH), baik cairan rumen sapi lokal maupun cairan rumen sapi impor, secara umum memiliki pH optimum 6,0-7,0 kecuali enzim selulase pH 4,0. Aktivitas enzim xilanase diukur dengan menggunakan metode Moharrery dan Das. Substrat yang digunakan dalam pengukuran aktivitas enzim xilanase adalah *oats spelt xilan*.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian mengenai identifikasi aktivitas xilanolitik dari ekstrak protein rumen kambing. Ekstraksi protein dilakukan dengan cara cairan rumen kambing kasar difiltrasi menggunakan kain katun, setelah itu filtrat disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu 4 °C, lalu diendapkan dengan ammonium sulfat kemudian disentrifugasi kembali. Endapan yang didapat selanjutnya di *freeze dry*. Pengujian aktivitas xilanolitik dilakukan dengan menggunakan metode DNS (asam 3,5 Dinitrosalisilat), sedangkan penentuan kadar protein menggunakan metode

Bradford. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah penentuan kadar protein dan uji aktivitas enzim. Penentuan uji optimasi pH optimal aktivitas xilanolitik dilakukan dengan menggunakan metode RSM pada pH 5,8; 6,35; 6,9; 7,45 dan 8.

B. Permasalahan Penelitian

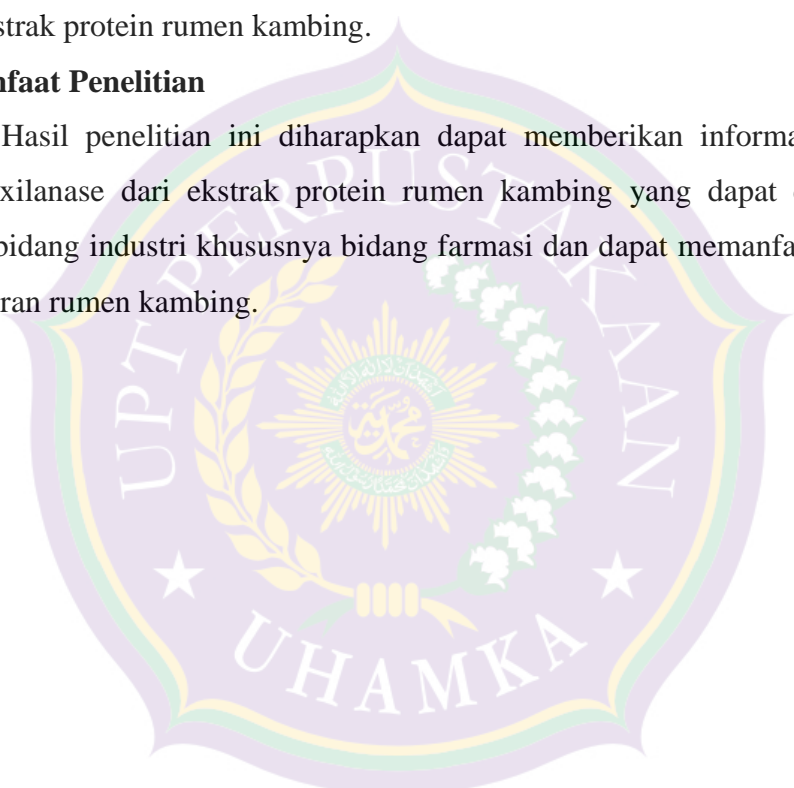
Permasalahan dalam penelitian ini adalah berapakah pH optimal aktivitas xilanolitik dari ekstrak protein rumen kambing?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimal aktivitas xilanolitik dari ekstrak protein rumen kambing.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai enzim xilanase dari ekstrak protein rumen kambing yang dapat diaplikasikan dalam bidang industri khususnya bidang farmasi dan dapat memanfaatkan limbah dari cairan rumen kambing.



DAFTAR PUSTAKA

- Arora P. 1983. *Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia*. UGM Press. Yogyakarta. Hlm 5-7
- Awwalurrizki N, Putra SR. 2008. Hidrolisis Sukrosa dengan Enzim Invertase untuk Produksi Etanol Menggunakan *Zymomonas mobilis*. *Jurnal Kimia*. Hlm. 2-4.
- Bas D, Boyaci IH. 2007. Modeling and Optimization I: Usability of Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*. **78**:836-845
- Bezerra MA, Santelli RE, Oliveira EP, Villar LS, Escaleira 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 – 100
- Bradford MM. 1976. A Rapid and Sensitive Method for The Quantitation of Microorganism Quantities of Protein Utilizing The Principles of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*. **72**:248-254
- Budiansyah A, Resmi, Wiryawan KG, Suhartono MT, Widyastuti Y, Ramli N. 2010. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Karbohidrase Cairan Rumen Sapi Asal Rumah Potong Hewan. *Media Peternakan*. **33**:36-43
- Budiansyah A, Resmi, Nahrowi, Wiryawan KG, Suhartono MT, Widyastuti Y. 2011. Hidrolisis Zat Makanan Pakan Oleh Enzim Cairan Rumen Sapi Asal Rumah Potong Hewan. *Agrinak*. **1**: 17-24.
- Departemen Kesehatan RI. 1995. *Farmakope Indonesia*. Edisi IV. Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta. Hlm 1210 – 1211.
- Fatchiyah, Arumingtyas EL, Widyarti S, Rahayu S. 2011. *Biologi Molekular*. Erlangga. Jakarta. Hlm 102-104
- Hastari AA, Mahdi C, Sutrisno. 2014. Penentuan Waktu Fermentasi Optimum Produksi Xilanase dari *Trichoderma viride* Menggunakan Substrat Kulit Pisang dan Kulit Melon dengan Fermentasi Semi Padat. *Kimia Student Journal*. **1**(1): 119-125
- Hidayat T, Hidayat C, Kuntoro MDP, Hastuti P, Sumangat D. 2008. Optimasi Sintesis Metil Oleat Menggunakan Biokatalis Lipase dari Kecambah Biji *Jatropha curcas L.* *Jurnal Pascapanen*. **5**(2): 1-9
- Khoirullah DO. 2016. Kinetika Enzim Endo- β -1,4-D-Xilanase Pada Hidrolisis Substrat Xilan Kulit Singkong. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Jember. Hlm 27

- Krishnamurthy VM, Estroff LA, Paris VS, Thomas SW, Kaufman GK, Bilgicer ZB, Whitesides GM. 2012. *Purification of Bivalently Active Antibody Using A Non-chromatographic Method*. United States Patent. (8,124,743 B2)
- Lehinger AL. 1982. *Dasar-dasar Biokimia*. Jilid I. Terjemahan: Thenawidjaja M. Erlangga. Jakarta. Hlm 248-249
- Martoharsono S. 1998. *Biokimia. Jilid I*. Gajah Mada University. Yogyakarta. Hlm 35-36
- Mulyani NS, Asy'ari M, Prasetyoningsih H. 2009. Penentuan Konsentrasi Optimum *Oat Spelt Xylan* pada Produksi Xilanase dari *Aspergillus niger* dalam Media PDB (*Potato Dextrose Broth*). *Jurnal Kimia Sains & Aplikasi*. **33**(1):1-9
- Nagaraja TG. 2016. *Rumenology*. Springer International Publishing. Cham. Hlm. 39
- Nair SG, Sindhu R, Shashidhar S. 2010. Enzymatic Bleaching of Kraft Pulp by Xylanase from *Aspergillus sydowii* SBS 4. *Indian Journal of Microbiology*. **50**:332-338
- Nurmiah S, Syarif R, Sukarno, Peranginangin R, Nurtama B. 2013. Aplikasi *Response Surface Methodology* Pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC). *JPB Kelautan dan Perikanan* Vol.8(1):9-22
- Nuryanti, Salimy DH. 2008. Metode Permukaan Respon dan Aplikasinya pada Optimalisasi Eksperimen Kimia. *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir*. Hlm. 373-391
- Poedjiadi A, Supriyanti FMT. 2006. *Dasar-dasar Biokimia*. UI Press. Jakarta. Hlm 158-177
- Promega A. 2012. *Buffer for Biochemical Reaction Protocols & Application Guide*. Hlm. 15.4-15.5.
- Richana N. 2002. Produksi dan Prospek Enzim Xilanase Dalam Pengembangan Bioindustri di Indonesia. *AgroBio* **5**(1): 29-36
- Saha BC. 2000. α -L-Arabinofuranosidases: biochemistry, molecular biology and application in biotechnology. *Biotechnology Advances*. **18**:403-423
- Scopes RK. 1987. *Protein Purification Principles and Practice*. Springer-Verlag. New York. Hlm. 75-85, 321

- Seo JK, Park TS, Kwon IH, Piao MY, Lee HC, Ha JK. 2013. Characterization of Cellulolytic and Xylanolytic Enzymes of *Bacillus licheniformis* JK7 Isolated from the Rumen of a Native Korean Goat. *Asian-Australian Journal Animal Science*.**26**(1): 50-58
- Setyawati I. 2006. Produksi dan Karakteristik Xilanase Mikroba yang Diisolasi dari Tongkol Jagung. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm 37
- Sinaga E. 2012. *Biokimia Dasar*. ISFI. Jakarta Barat. Hlm 158-160
- Susilowati PE, Raharjo O, Kurniawati D, Rahim R, Ardiansyah. 2012. Produksi Xilanase dari Isolat Sumber Air Panas Sonai, Sulawesi Tenggara Menggunakan Limbah Pertanian. *Jurnal Natur Indonesia*. **14**(3):199-204
- Sutama I, Budiarsana IGM. 2002. Panduan Lengkap Kambing & Domba. *Penebar Swadaya*. Jakarta. Hlm. 15
- Winarno FG. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta. Hlm 63.

