

**PENGARUH pH DAN TEMPERATUR TERHADAP AKTIVITAS ENZIM
SELULASE YANG DIISOLASI DARI *Bakteri Enterobacter cloacae* DAN
Bakteri Klebsiella pneumonia YANG DIDAPAT DARI SALURAN
PENCERNAAN RAYAP**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh:

ROLIS SULISTIAWATI

08031181823091

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH pH DAN TEMPERATUR TERHADAP AKTIVITAS ENZIM
SELULASE YANG DIISOLASI DARI *Bakteri Enterobacter cloacae* DAN
Bakteri Klebsiella pneumonia YANG DIDAPAT DARI SALURAN
PENCERNAAN RAYAP**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia

Oleh:

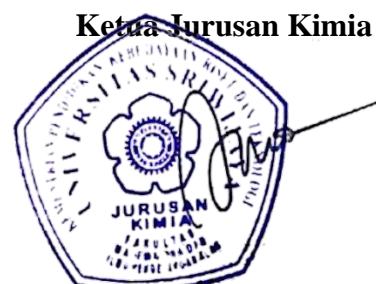
ROLIS SULISTIAWATI
08031181823091

Indralaya, 27 Juli 2022

Mengetahui,



NIP. 197111191997021001



Prof. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Makalah seminar Rolis Sulistiawati/08031181823091 dengan judul “Pengaruh pH Dan Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim Selulase Yang Diisolasi Dari *Bakteri Enterobacter Cloacae* Dan *Bakteri Klebsiella Pneumonia* Yang Didapat Dari Saluran Pencernaan Rayap “, telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Seminar Hasil Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juni 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 27 Juli 2022

Pembimbing:

Prof. Hermansyah, Ph.D.

NIP. 197111191997021001

()

Penguji:

1. Dr. Julinar, M.Si

NIP. 196507251993032002

()

2. Dr. Muhammad Said, M.T.

NIP. 197407212001121001

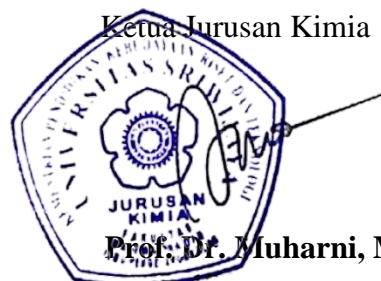
()

Mengetahui,



Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001



Prof. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Rolis Sulistiawati

NIM : 08031181823091

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (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.

Indralaya, 27 Juli 2022

Penulis



Rolis Sulistiawati

NIM. 08031181823091

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rolis Sulistiawati
NIM : 08031181823091
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Pengaruh Ph Dan Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim Selulase Yang Diisolasi Dari *Bakteri Enterobacter Cloacae* Dan *Bakteri Klebsiella Pneumonia* Yang Didapat Dari Saluran Pencernaan Rayap”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/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.

Indralaya, 27 Juli 2022

Yang menyatakan,



Rolis Sulistiawati
NIM.08031181823091

HALAMAN PERSEMBAHAN

“..and He (Allah) found you lost and guided you.”

(Q.S. Ad-Dhuha : 7)

~~~~~

*“Keep moving and trying, because by bumping you will form”*

(Rolis Sulistiawati)

~~~~~

“Be one of those people who is always there to listen, even if no one else is listening to you”

(Rolis Sulistiawati)

*_Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada
Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW_*

Karya ilmiah ini penulis dedikasikan untuk kedua orang tua tercinta dan pembimbing yang selalu siap memberikan arahan di sela kesibukan dan kelelahan, saudara serta keluarga besarku, sahabat seperjuanganku, orang-orang yang pernah hadir dalam hidupku, serta Almamater tercinta.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Pengaruh pH Dan Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim Selulase Yang Diisolasi Dari *Bakteri Enterobacter Cloacae* Dan *Bakteri Klebsiella Pneumonia* Yang Didapat Dari Saluran Pencernaan Rayap”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak **Prof. Hermansyah, M.Si., Ph.D** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Muhammad Said, MT., Ibu Dra. Julinar, M.Si selaku pembahas dan penguji sidang sarjana.
5. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.

6. Ibu Siti Nuraini, S.T., Ibu Yuniar, S.T. M. Sc., dan Ibu Hanida Yanti, A. Md. selaku analis di Laboratorium Kimia yang selalu membantu dalam hal administrasi fasilitas laboratorium keperluan tugas akhir.
7. Ayuk Dwita selaku pembimbing yang selalu membantu penelitian.
8. Kepada kedua orang tua yang selalu mendoakan, memberikan segala dukungan dan bantuan terutama ketika penulis sedang berada di titik terendah serta kepada kedua saudaraku yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis. Tanpa mereka penulis tidak akan bisa bertahan hingga tahap ini.
9. Kepada seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
10. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.
11. Qurotul Aini, Iren Martha, dan Sri Hidayanti teman yang telah merangkap menjadi sahabat trimakasih sudah menjadi salah satu dari sekian banyak manusia yang selalu menjadi pendengar, penyemangat dan tempat pembelajaran tanpa mengajari. Penulis sangat-sangat berterimakasih pada Allah karena selalu mempertemukan penulis dengan orang-orang hebat seperti kalian, orang-orang yang selalu menadahkan tangan tanpa mengharap balasan.
12. Sahabatku Devi Indah Chairani si anak rantau dari Riau. Trimakasih sudah menjadi Rumah selama 4 tahun, trimakasih telah menjadi manusia baik di dunia penulis dan trimakasi atas semua pembelajaran hidupnya. Tetap bahagia ya jangan memikirkan hal-hal yang tidak perlu dipikirkan.
13. Sahabatku Nurisa Lalya Imtihana si anak rantau dari sungai lilin. Trimakasih sudah menjadi salah satu manusia yang akan menjadi bagian kisah penulis dengan semua warna warni perjalanan di kimia. Tetap menjadi elak yang penuh dengan segala kelucuan disetiap canda ya.
14. Sahabatku Jessica Ajeng Putri si anak rantau dari pulau seberang (Solo). Trimakasih sudah menjadi bagian cerita semasa kuliah. Penulis selalu menunggu curhatan-curhatan tanpa akhir dari jessi. Penulis kagum dengan

semua perjuangan jessi, tetap jadi salah satu manusia yang selalu mengutamakan kejujuran ya.

15. Sahabatku Ade Dwi Nanda si anak Palembang yang cantik dan ambisius. Trimakasih telah menjadi bagian dari cerita penulis, tetap jadi Ade yang membawa dampak positif ya dengan selalu memegang teguh kejujuran.
16. Mahdi teman seperTA si anak rantau dari pulau seberang (Tangerang), trimakasih sudah banyak memberi arahan dan mengajari penulis, trimakasih sudah menjadi teman ribut penulis dilab.
17. Iqbal Surya Maulana yang selalu bisa memposisikan diri menyesuaikan keadaan penulis. Selalu bisa memberikan masukan dan kata-kata yang penulis butuhkan. Trimakasih karena bisa menjadi sosok yang membantu penulis bangkit tiap kali penulis terjatuh. Trimakasih banyak karena tidak pernah mengecewakan penulis hingga saat ini. Trimakasih karena selalu sabar menghadapi betapa *random*-nya penulis. Trimakasih juga karena telah tulus menjadi teman penulis hingga saat ini. Semoga selalu didekatkan dengan hal-hal baik dan dikuatkan dalam menjalani hari-harinya.
18. Teman-teman yang selama 4 tahun ini telah menemani di bangku kuliah (Sri suryani, Galuh, Desta, Ulfa, Cici, Herlina) yang selalu mendengar keluhan-keluhan penulis dan selalu membantu penulis.
19. Kak Getari, kak Rani, kak Apresi, kak Sisi, kak Mela yang banyak membimbing dan memberikan informasi kepada penulis selama mengurus berbagai keperluan tugas akhir.
20. Teman-teman angkatan 2018 yang dengan beragam karakter telah memberikan warna pada kehidupan penulis selama kuliah.
21. Kakak-kakak angkatan 2015, 2016, 2017 yang telah banyak memberikan ilmu dan pelajaran kepada penulis baik selama praktikum maupun di luar waktu kuliah. Serta adik-adik angkatan 2019 dan 2020 yang ikut mewarnai hari-hari penulis semasa kuliah.
22. Untuk semua yang pernah hadir dalam hidup penulis, memberikan banyak pelajaran kepada penulis sehingga penulis bisa menjadi sosok yang seperti sekarang.

23. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, 27 Juli 2022



Penulis

SUMMARY

THE EFFECT OF PH AND TEMPERATURE ON CELLULASE ENZYME ACTIVITY ISOLATED FROM *Enterobacter Cloacae* AND *Klebsiella Pneumoniae* BACTERIA OBTAINED FROM THE DIGESTIVE TRACT OF TERMITES

Rolis Sulistiawati: Supervised by Prof. Hermansyah S.Si., M.Si., P.hD.

Departement of Chemistry, Faculty of Matematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

xi + 66 pages, 11 pictures, 20 attachements

Termites are pests that can cause damage to various types of wood, buildings and plants. Termites can digest cellulose because their intestines contain cellulolytic bacteria. Cellulolytic bacteria from termite digestion have been isolated, two of which are *Enterobacter Clocae* and *Klebsiella Pneumoniae*. This study aimed to study the effect of pH and temperature on cellulase enzyme activity isolated from *Enterobacter Clocae* bacteria and *Klebsiella Pneumoniae* bacteria obtained from the digestive tract of termites. Crude extract of cellulase enzyme was obtained extracellularly from *Enterobacter Clocae* and *Klebsiella Pneumoniae* bacterial cultures. Extracellular enzymes were obtained from the process of centrifugation of bacterial liquid cultures at a speed of 15,000 rpm at 4°C for 5 minutes. The crude extract enzyme was then fractionated with ammonium sulfate. The fraction with the highest enzyme activity was used to determine the effect of pH and temperature on cellulase enzyme activity. Enzyme activity was determined using CMC substrate and the result of hydrolysis in the form of sugar was determined by the 3,5- dinitrosalicylic acid (DNS) method and measured by UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the extracellular enzyme activity of the crude extract obtained from *Enterobacter clocae* was 0.001 U/mL, while the extracellular enzyme activity obtained from *Klebsiella pneumoniae* was 0.0007 U/mL. The highest enzyme activity of *Enterobacter clocae* was obtained in fraction 2 with cellulase enzyme activity of 0.017 U/mL, while the activity of cellulase enzymes produced from *Klebsiella pneumoniae* which had the highest activity was found in fraction 3 with enzyme activity of 0.012 U/mL. Cellulase enzyme activity of *Enterobacter clocae* optimum at pH 5 resulted in enzyme activity of 0.020 U/mL and optimum at 35°C with cellulase enzyme activity of 0.018 U/mL. Cellulase enzyme activity of *Klebsiella pneumoniae* optimum at pH 8 resulted in enzyme activity of 0.016 U/mL and optimum at 30°C with cellulase enzyme activity of 0.018 U/mL. Based on the data obtained, it can be concluded that *Enterobacter clocae* has the best conditions at pH 5 and a temperature of 35°C, while *Klebsiella pneumoniae* has the best conditions at pH 8 and a temperature of 30°C.

Keywords : *Enterobacter clocae*, *Klebsiella pneumoniae*, Cellulase enzym, 3,5-dinitrosalicylic acid, Enzyme activity.

Citations : 60 (2002-2020).

RINGKASAN

PENGARUH pH DAN TEMPERATUR TERHADAP AKTIVITAS ENZIM SELULASE YANG DIISOLASI DARI *Bakteri Enterobacter cloacae* DAN *Bakteri Klebsiella pneumonia* YANG DIDAPAT DARI SALURAN PENCERNAAN RAYAP

Rolis Sulistiawati : dibimbing oleh Prof. Hermansyah S.Si., M.Si., P.hD.
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xi + 66 halaman, 11 gambar, 20 lampiran

Rayap merupakan hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai jenis kayu, bangunan serta tanaman. Rayap dapat mencerna selulosa dikarenakan pada usus rayap terdapat bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik dari pencernaan rayap tersebut telah berhasil diisolasi, dua diantaranya adalah bakteri *Enterobacter Clocae* dan bakteri *Klebsiella Pneumoniae*. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pH dan temperatur terhadap aktivitas enzim selulase yang diisolasi dari bakteri *Enterobacter Clocae* dan bakteri *Klebsiella Pneumoniae* yang didapat dari saluran pencernaan rayap. Ekstrak kasar enzim selulase diperoleh secara ekstraseluler dari kultur bakteri *Enterobacter Clocae* dan *Klebsiella Pneumoniae*. Ekstraseluler enzim diperoleh dari proses sentrifugasi kultur cair bakteri dengan kecepatan 15,000 rpm pada suhu 4°C selama 5 menit. Enzim ekstrak kasar selanjutnya difraksinasi dengan ammonium sulfat. Fraksi dengan aktivitas enzim tertinggi digunakan untuk mengetahui pengaruh pH dan pengaruh temperatur terhadap aktivitas enzim selulase. Aktivitas enzim ditentukan dengan menggunakan substrat CMC dan hasil hidrolisis berupa gula ditentukan dengan metode asam 3,5- dinitrosalisilat (DNS) dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas enzim ekstraseluler ekstrak kasar yang diperoleh dari *Enterobacter cloacae* sebesar 0,001 U/mL, sedangkan aktivitas enzim ekstraseluler yang diperoleh dari *Klebsiella pneumoniae* sebesar 0,0007 U/mL. Aktivitas enzim tertinggi dari *Enterobacter cloacae* diperoleh pada fraksi 2 dengan aktivitas enzim selulase sebesar 0,017 U/mL, sedangkan aktivitas enzim selulase yang dihasilkan dari *Klebsiella pneumoniae* yang memiliki aktivitas tertinggi terdapat pada fraksi 3 dengan aktivitas enzim sebesar 0,012 U/mL. Aktivitas enzim selulase dari *Enterobacter cloacae* optimum pada pH 5 menghasilkan aktivitas enzim sebesar 0,020 U/mL dan optimum pada temperatur 35°C dengan aktivitas enzim selulase sebesar 0,018 U/mL. Aktivitas enzim selulase dari *Klebsiella pneumoniae* optimum pada pH 8 menghasilkan aktivitas enzim sebesar 0,016 U/mL dan optimum pada temperatur 30°C dengan aktivitas enzim selulase sebesar 0,018 U/mL. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa *Enterobacter cloacae* memiliki kondisi terbaik pada pH 5 dan temperatur 35°C, sedangkan *Klebsiella pneumoniae* memiliki kondisi terbaik pada pH 8 dan temperature 30°C.

Kata kunci : *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, Enzim selulase, Asam 3,5-dinitrosalisilat, Aktivitas Enzim.

Kutipan : 60 (2002-2020).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SUMMARY	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Rayap	4
2.2 Bakteri Selulolitik.....	7
2.3 Selulosa.....	7
2.3 Definisi Enzim	9
2.3.1 Enzim	9
2.3.2 Enzim Selulase	9
2.3.3 Aktivitas Enzim Selulase	11
2.3.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerja Enzim	11
2.3.4.1 Power Of Hidrogen (pH).....	11
2.3.4.2 Temperatur.....	12

2.4 Isolasi Enzim.....	13
2.5 Fraksinasi Amonium Sulfat	14
2.6 Dialisis	15
2.7 Metode Asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS).....	16
2.8 Spektrofotometer UV-Vis.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Pembuatan Media CMC Agar.....	19
3.3.2 Pembuatan Media CMC Cair	20
3.3.3 Peremajaan Isolat Bakteri.....	20
3.3.4 Produksi Enzim Selulase	20
3.3.5 Fraksinasi Ammonium Sulfat.....	20
3.3.6 Dialisis.....	21
3.3.7 Uji aktivitas enzim selulase	21
3.3.8 Pengaruh pH optimum.....	21
3.3.9 Suhu optimum.....	22
3.3.10 Analisis Data.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Enzim Selulase Ekstrakseluler dari <i>Enterobacter cloacae</i> dan Bakteri <i>Klebsiella pneumonia</i>	23
4.2 Fraksi – Fraksi Ammonium Sulfat.....	24

4.4 Pengaruh pH terhadap Aktivitas Enzim Selulase	25
4.5 Pengaruh Temperatur terhadap Aktivitas Enzim Selulase	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rayap.....	5
Gambar 2. Struktur Selulosa	6
Gambar 3. Diagram Skematik Degradasi Selulosa	8
Gambar 4. Pengaruh pH pada Aktivitas Enzim	10
Gambar 5. Pengaruh Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim.....	11
Gambar 6. Reaksi DNS Dengan Glukosa	15
Gambar 7. Spektrofotometer UV-Vis	16
Gambar 8. Enzim Selulase Ekstrak Kasar dari <i>Enterobacter cloacae</i> dan <i>Bakteri Klebsiella pneumonia</i>	22
Gambar 9. Nilai Aktivitas Enzim Selulase Hasil Fraksinasi <i>Enterobacter cloacae</i> dan <i>Bakteri Klebsiella pneumonia</i>	23
Gambar 10. Pengaruh pH pada Aktivitas Enzim Selulase dari <i>Enterobacter cloacae</i>	25
Gambar 11. Pengaruh pH pada Aktivitas Enzim Selulase dari <i>Bakteri Klebsiella pneumonia</i>	25
Gambar 12. Pengaruh Temperatur pada Aktivitas Enzim Selulase dari <i>Bakteri Enterobacter cloacae</i>	27
Gambar 13. Pengaruh Temperatur pada Aktivitas Enzim Selulase dari <i>Bakteri Klebsiella pneumonia</i>	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja	36
Lampiran 2. Pembuatan Larutan Buffer pH 7.....	37
Lampiran 3. Pembuatan Pereaksi DNS.....	37
Lampiran 4. Pembuatan Larutan Standar Glukosa	38
Lampiran 5. Data Analisis Kurva Kalibrasi Standar Glukosa	39
Lampiran 6. Jumlah Penambahan Ammonium Sulfat	41
Lampiran 7. Tabel Ammonium Sulfat	43
Lampiran 8. Standar Devisiasi Pada Pengaruh pH <i>Bakteri Klebsiella pneumoniae</i>	46
Lampiran 9. Standar Devisiasi Pada Pengaruh pH <i>Enterobacter cloacae</i>	49
Lampiran 10. Standar Devisiasi Pada Pengaruh Temperatur <i>Enterobacter cloacae</i>	52
Lampiran 11. Standar Devisiasi Pada Pengaruh Temperatur <i>Bakteri Klebsiella pneumoniae</i>	55
Lampiran 12. Perhitungan Konsentrasi Glukosa Enzim Selulase	59
Lampiran 13. Perhitungan Aktivitas Enzim Selulase	60
Lampiran 14. Aktivitas Enzim Hasil Fraksinasi Dari <i>Enterobacter cloacae</i>	60
Lampiran 15. Aktivitas Enzim Hasil Fraksinasi Dari <i>Bakteri Klebsiella pneumoniae</i>	61
Lampiran 16. Penentuan Aktivitas Selulase Pada Variasi pH <i>Bakteri Enterobacter cloacae</i>	61
Lampiran 17. Penentuan Aktivitas Selulase Pada Variasi pH <i>Bakteri Klebsiella pneumoniae</i>	62
Lampiran 18. Penentuan Aktivitas Selulase Pada Variasi Temperatur 30 -60°C <i>Bakteri Enterobacter cloacae</i>	63
Lampiran 19. Penentuan Aktivitas Selulase Pada Variasi Temperatur 30 -60°C <i>Bakteri Klebsiella pneumoniae</i>	64

Lampiran 20. Gambar Kultur Bakteri dan media produksi CMC Cair..... 65

Lampiran 21. Gambar Enzim Selulase Eksrakseluler, Hasil Fraksinasi dan Dialisis
.....65

Lampiran 22. Gambar Standar Glukosa dan Enzim Hasil Fraksinasi.....65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rayap merupakan hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai jenis kayu, bangunan serta tanaman. Meskipun rayap dianggap sebagai hama, rayap juga berfungsi sebagai pengurai nutrisi pada ekosistem. Hal tersebut dikarenakan rayap mampu mencerna lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa serta lignin) membentuk glukosa yang akan dimanfaatkan menjadi sumber karbon serta sumber energi pada saat proses metabolismenya (Li *et al.*, 2013). Rayap dapat mencerna selulosa dikarenakan Rayap mengandung bakteri dalam saluran pencernaannya, yang bersifat selulolitik (Febriyanto *et al.*, 2016). Bakteri selulolitik dari saluran pencernaan rayap tersebut berhasil diisolasi oleh peneliti sebelumnya. Dua diantaranya adalah *Bakteri Enterobacter cloacae* dan *Bakteri Klebsiella pneumoniae*, bakteri ini memiliki aktivitas selulolitik lebih besar dari pada bakteri lain yang telah diisolasi, sehingga bakteri ini lebih baik dimanfaatkan untuk memproduksi enzim selulase (Oktarni *et al.*, 2022).

Kebutuhan enzim semakin meningkat terutama di bidang industri. Salah satu enzim yang paling banyak digunakan pada bidang industri adalah enzim selulase (Nigam, 2013). Enzim selulase adalah enzim yang mampu memecah ikatan β -1,4-glikosidik membentuk selobiosa kemudian didegradasi kembali membentuk monomer glukosa. Enzim selulase tersusun dari tiga enzim utama yang membantu mendegradasi selulosa yaitu *endo 1,4- β -D-glukanase*, *ekso-1,4- β -D-glukanase* serta *β -D-glukosidase* (Thomas *et al.*, 2018). Asia Pasifik merupakan negara terbesar pengguna enzim selulase dengan jumlah permintaan sebesar 32,84% pada tahun 2016. Enzim selulase ini banyak diaplikasikan pada industri makanan dan minuman, industri hasil pertanian dan industri tekstil (Sher *et al.*, 2017). Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler yang berada pada media tumbuhnya (Mosier *et al.*, 2005).

Dalam memproduksi enzim selulase dibutuhkan substrat yang mempunyai kandungan selulosa, salah satunya adalah *Carboxy Methyl Cellulosa* (CMC).

Carboxy Methyl Cellulosa digunakan sebagai media untuk produksi enzim selulase karena CMC mengandung selulosa yang berperan sebagai substrat dalam reaksi enzimatik (Meryandini *et al.*, 2010). CMC yang terdapat pada media produksi berperan sebagai inducer yang menginduksi pembentukan enzim (Putri, 2016). Enzim selulase diisolasi dari *Bakteri Enterobacter cloacae* dan *Bakteri Klebsiella pneumonia* secara ekstraseluler, selanjutnya dilakukan sentrifugasi untuk memisahkan pelet sel. Pelet sel yang didapat akan dimurnikan dengan metode salting out menggunakan ammonium sulfat.

Pada penelitian ini pemurnian enzim dilakukan dengan proses fraksinasi menggunakan ammonium sulfat. Fraksinasi dilakukan dengan tingkat kejenuhan yang berbeda-beda sehingga akan dihasilkan salah satu fraksi yang memiliki aktivitas enzim yang tertinggi. Sinatari dkk, (2013) memperoleh aktivitas enzim selulase yang di fraksinasi dari isolat KB kompos sebesar 0,7492 U/mL pada fraksi 40%. Setelah melakukan fraksinasi pada tingkat kejenuhan yang berbeda selanjutnya akan dilakukan uji pengaruh pH dan temperatur terhadap aktivitas enzim selulase untuk setiap fraksi pada penambahan ammonium sulfat.

Berdasarkan studi literatur Dar *et al* (2019), pH optimum yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik berada pada pH 5 dengan aktivitas enzim selulase sebesar 23,6 U/mL dan optimum pada temperatur 39 °C dengan aktivitas enzim selulase sebesar 306,35 μ mol/mL. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim diantaranya adalah pH dan temperatur. Enzim tidak mampu bekerja dibawah atau diatas pH serta suhu optimum. Ketika mencapai pH atau suhu optimum kinerja enzim terhadap substrat semakin cepat seiring dengan kenaikan energi kinetik. Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti bertujuan untuk mengetahui aktivitas enzim selulase pada proses fraksinasi serta untuk mengetahui pengaruh pH dan temperatur terhadap aktivitas enzim selulase pada fraksi tertinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Berapa aktivitas ekstrak kasar enzim selulase ekstrakseluler dari *Bakteri Enterobacter cloacae* dan *Bakteri Klebsiella pneumonia* ?
2. Berapa aktivitas enzim selulase untuk setiap fraksi ammonium sulfat?
3. Bagaimana pengaruh pH pada aktivitas enzim selulase pada fraksi tertinggi?
4. Bagaimana pengaruh temperatur pada aktivitas enzim selulase pada fraksi tertinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Mengetahui aktivitas ekstrak kasar enzim selulase ekstrakseluler dari *Bakteri Enterobacter cloacae* dan *Bakteri Klebsiella pneumonia*.
2. Mengetahui aktivitas enzim selulase untuk setiap fraksi ammonium sulfat.
3. Mengetahui pengaruh pH pada aktivitas enzim selulase.
4. Mengetahui pengaruh temperatur pada aktivitas enzim selulase.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilaksanakan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada pembaca mengenai aktivitas enzim selulase pada *Bakteri Enterobacter cloacae* dan *Bakteri Klebsiella pneumoniae* dari saluran pencernaan rayap.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. S., Sarjono, P. R and Aminin, A. L. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Selulase dari Bakteri Selulolitik Termofilik Kompos Pertanian Desa Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *In Jurnal Sains dan Matematika*. 2 (21) : 48- 53.
- Astutik, Nengah. D. K., dan Maya, S. 2013. Uji Aktifitas Enzim Selulase dan Xylanase Isolat kapang Tanah Wonorejo Surabaya. *J. Biologi* . 1(1):1-13.
- Azizah, N. 2017. Pemurnian Enzim Selulase dari Isolat Khamir Jenis Candida Utilis Menggunakan Fraksinasi Amonium Sulfat. *Skripsi*. Makassar. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Baharuddin, M. 2016. Cellulase Enzyme Activity of Bacillus Circulans from Larvae Cossus Cossus in Lignocellulosic Substrat. *American Journal of Biomedical and Life Sciences*. 4(2) : 21.
- Behera, B. C., Sethi, B. K., Mishra, R. R., Dutta, S. K and Thatoi, H. N. 2017. Microbial Cellulases – Diversity & Biotechnology With Reference to Mangrove Environment: A Review. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 15(1) : 197–210.
- Baharudin, M. 2014. Aktivitas Enzim Selulase pada ekstrak Kasar dari Isolat Bakteri Larva Cossus cossus dalam Hidrolisis Jerami Padi. *Jurnal Kimia VALENSI*. 4(2) : 5-9.
- Bhuyan, P. M., Sandilya, S. P., Nath, P. K., Gandotra, S., Subramanian, S., Kardong, D and Gogoi, D. K. 2018. Optimization and Characterization of Extracellular Cellulase Produced by Bacillus Pumilus MGB05 Isolated from Midgut of Muga Silkworm (Antheraea Assamensis Helfer). *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 21(4): 1-10.
- Blanco, A and Blanco, G. 2017. *Enzymes Medical Biochemistry*. Academic Press: London. 153–175.
- Bollag, D. M. S. J. 1991. *Protein Methods*. Switzerland. Wiley-Liss Inch.
- Budiman , A dan Setyawan, S. 2010. Pengaruh Konsentrasi Substrat, Lama Inkubasi dan pH dalam Proses Isolasi Enzim Xylanase dengan Menggunakan Media Jerami Padi. *Jurnal Teknik Kimia*. 11 (1) ; 1-11.
- C. Putri, R. A dan Wardani, A. K. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Limbah Padat Tapioka (Onggok). *Agroindustrial Technology Journal*. 2(2) : 21-25.
- Chasanah, Ekowati,. Isna. R. D dan Nisa, R. M. 2013. Karakterisasi Enzim Selulase PMP 0126Y dari Limbah Pengolahan Agar. *J. JPB Perikanna*. 8(2) : 103-114.

- Dar, M. A., Pawar, K. D., Rajput, B. P., Rahi, P and Pandit, R. S. 2019. Purification of A Cellulase from Cellulolytic Gut Bacterium, *Bacillus Tequilensis* G9 and Its Evaluation for Valorization of Agro-Wastes Into Added Value Byproducts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 1(1) : 101-219.
- Djarkasi, G. S., Raharjo, S dan Noor, Z. 2017. Isolasi dan Aktivitas Enzim Lipase Indigenus Biji Kenari. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1 (8) :1-7.
- Fallo, G. dan Yuni, S. 2016. Isolasi dan Uji Biokimia Bakteri Selulolitik Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (*Macrotermesspp.*). *Jurnal Pendidikan Biologi*. 1 (2) : 27-29.
- Ferbiyanto, A., Rusman, I., and Rafiudin, R. 2016. Characterization and Identification of Cellulolytic Bacteria from gut of Worker *Macrotermes gilvus*. *Hayati Journal Bioscinces*. 1 (1) : 1-4.
- Flimban, S., Oh, S. E., Joo, J. H and Hussein, K. A. 2019. Characterization and Identification of Cellulose-Degrading Bacteria Isolated from a Microbial Fuel Cell Reactor. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 24(4) : 622–631.
- Hafid, H. S., Rahman, N. A. A., Shah, U. K. M., Baharuddin, A. S and Ariff, A. B. 2017. Feasibility of Using Kitchen Waste As Future Substrate for Bioethanol Production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2(1) : 74.
- Hasanah, N. dan Saskiawan, I. 2015. Aktivitas Selulase Isolat Jamur dari Limbah Media Tanam Jamur Merang. *ProsSem Nas MasyBiodivIndon*. 1(5): 1110-1115.
- Hasanuddin. 2015. Analisa Kadar Likopen pada Tomat dengan Menggunakan Spektrofotometer Visible. *Skripsi*. Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Hatefi, A., Makhdoumi, A., Asoodeh, A and Mirshamsi, O. 2017. Characterization of A Bi-Functional Cellulase Produced by A Gut Bacterial Resident of Rosaceae Branch Borer Beetle, *Osphranteria Coerulescens* (Coleoptera: Cerambycidae). *Bakteri Klebsiella pneumonia International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 158–164.
- Jannah, M. N. 2014. Perbandingan Aktivitas Antioksidan dan Kadar Flavonoid Total pada Bonggol serta Daun Brokoli (*Brassica oleracea* L. cv. groups Broccoli)”. *Skripsi*. Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Bandung.

- Irawati, R. 2016. Karakterisasi pH, Suhu dan Konsentrasi Substrat pada Enzim Selulase Kasar yang Diproduksi Oleh *Bacillus circulans*. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9) : 1689–1699.
- Irawan, R. 2016. Karakterisasi pH, Suhu dan Konsentrasi Substrat pada Enzim Selulase Kasar yang Diproduksi oleh *Bacilluscirculans*. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Irfan, M., Asma, F., Qurotulain, S., and Muhammad, N. 2012. Isolation and Screening of Cellulolytic Bacteria from Soil and Optimization of Cellulase Production and Activity. *Turkish Journal of Biochemistry*. 37(3): 287-293.
- Kamila, L. 2003. Pencirian Selulolitik Isolat Khamir *Rhodoturula sp* dari Tanah Hutan Taman Nasional Gunung Halimun. *J Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ipa, IPB*. 1 (1) : 7-18.
- Kharisma, A. D. 2005. Pengaruh Hidrogen Peroksida Terhadap Produksi Hidrogen Dari Limbah Buah Melon (*Cucumis melo L*) Oleh Mikroba Digester Biogas. *Tesis*. Universitas Gajah Mada.
- Kurniawati., Suerni dan Djarot, S. 2019. Perbandingan Kadar Fe Dalam Tablet Penambah Darah Secara Spektrofotometri Uv-Vis yang Dipreparasi Menggunakan Metpde Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *Jurnal Sains*. 5 (1) :1-10.
- Kuhad, R. C., Deswal, D., Sharma, S., Bhattacharya, A., Jain, K. K., Kaur, A., Pletschke, B. I., Singh, A and Karp, M. 2016. Revisiting Cellulase Production and Redefining Current Strategies Based on Major Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 5(5) : 249–272.
- Li, H., Yelle, D. J. Li., C and Mo,J. 2013. Lignocellulosa Pretreatment In a Fungus-cultivating Termite. *Proc Natl Acad. Sci*. 114 (18) : 10-17.
- Lokapirnasari, W. P., Nurhajati, T and Supriandono, K. 2015. Production and Assay of Cellulolytic Enzyme Activity of Entero bacter Cloacae WPL 214 Isolated from Bovine Rumen Fluid Waste of Surabaya Abbatoir, Indonesia. *Veterinary World*. 8 (1) : 367-371.
- Mayasari, 2016. Pemurnian Enzim Amilase Kasar dari Bakteri Amilolitik Endogenous Bekatul Secara Parsial Menggunakan Ammonium Sulfat. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Meryandini, A., Asma, R dan Silaban, M. 2010. Uji Aktivitas Enzim Selulolitik dari Bekicot *Achatinafulica* pada Beberapa Substrat Limbah Pertanian. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*. 4(1): 1-12.

- Mosier, N. C and Wynman. 2005. Features Of Promising Tecnologies for Pretreatmeant of Lignocellulosic Biomass. *Bioresuorce Technology*. 96 (6) ; 673-686.
- Murtiyaningsih, H., dan Hazmi, M. 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritop*. 15(2) : 293–308.
- Nababan, M., Gunam, I. B. W and Mahaputra Wijaya, I. M. 2019. Produksi Enzim Selulase Kasar dari Bakteri Selulolitik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(2) : 190.
- Najafpour, G. 2015. Biochemical Engineering and Biotechnology. *Elsivier Sci and tech*. 1 (2) : 11-15.
- Nigam, S.P. 2013. Microbial Enzymes with Special Characteristic for Biotechnological Application. *Biomolecules*. 3: 597-611.
- Nurhajati, T., Koesnoto, S dan Widya, P. L. 2016. Uji Aktivitas Enterobacter cloacae Selulolitik Aerob Rumen-1 Isolat Asal Limbah Cairan Rumen Sapi Peranakan Ongole. *Jurnal Veteriner*. 17 (3) : 2477-5665.
- Omposunggu, H. S., Juwita., dan Silaban, R. 2014. Kajian Biomedik Enzim Amilase dan Pemanfaatannya dalam Industri. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 1(1) : 182-191.
- Okereke, O. E., Akanya, H. O and Egwim, E. C. 2017. Purification and Characterization of An Acidophilic Cellulase from Pleurotus Ostreatus and its Potential for Agrowastes Valorization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 1(2) : 253–259.
- Oktiarni, D., Getari, K., Erwin, S., Miksusanti., Hasanudin and Hermansyah. 2022. Diversity of Cellulolytic Bacteria from Macrotermes Gilvus Gut Isolated from Inderalaya Peatland Regiob, Indonesia. *Biodiversitas*. 23 (1) : 487-495.
- Putri, S. 2015. Karakterisasi Enzim Selulase yang Dihasilkan oleh Lactobacillusplantarum pada Variasi Suhu, pH dan Konsentrasi Substrat. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Rahayu, S., Nurjanto, H.H., dan Pratama, R.G. 2014. Karakteristik Jamur Ceratocystissp. Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Acacia decurrens dan Status Penyakitnya di Taman Nasional Gunung Merapi Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 2(5): 94-104.
- Savitri, A., Martini., dan Yuliawati, S. 2016. Keanekaragaman Jenis Rayap Tanah dan Dampak Serangga pada Bangunan Rumah di Perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(1): 100-105.

- Saropah, D. A., Jannah, A., dan Maunatin, A. 2012. Kinetika Reaksi Enzimatis Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Bekatul. *ALCHEMY*. 2(1): 34-45.
- Selvia, R.I., Wuryanti, W dan Sriatun. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Kitinase dari Isolat Jamur Akuatik Kitinolitik Berasal dari Kupu-Kupu (Lepidoptera). *Jurnal Sains Kimia dan Aplikasi*. 16(3): 97-101.
- Setiawati, M. R. Nizar, U., Pujawati, S and Reginawanti, H. 2019. *Peran Mikroba Dekomposer Selulolitik dari Sarang Rayap dalam Menurunkan Kandungan Selulosa Limbah Pertanian Berselulosa Tinggi*. 17(2) : 1–8.
- Setyaningsih, L. W. N., Mutiara, T., Hapsari, C. Y., Kusumaningtyas, N., Munandar, H and Pranata, R. J. 2020. Karakteristik dan Aplikasi Selulosa Kulit Jagung pada Pengembangan Hidrogel. *Journal of Science and Applicative Technology*. 4(2): 61.
- Setyoko, H and Utami, B. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Selulase Cairan Rumen Sapi untuk Hidrolisis Biomassa Isolation and Characterization of Cellulase Enzymes Cow's Liquid Rumen for Biomass Hydrolysis. *Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS 863* . 13(1): 863–867.
- Sher, H., Muhammad, F., Abdul, G and Rashid, M. 2017. Optimization of Celullase Enzyme Production from *Aspergillus oryzae* for Industrial Application. *World Journal of Biology and Biotechnology*. 2(2): 155-158.
- Sholihati, A. M., Baharuddin, M and Santi, S. 2012. Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis*. *Al-Kimia*. 3(2) : 78–90.
- Sinaga, M., Titania, T., Nugroho and Andi., D. 2014 Pemekatan Enzim Selulase *Penicillium sp.* LBKURCC20 dengan Pengendapan Amonium Sulfat 80% Jenuh. *J. FMIPA*. 1(1) : 5-9.
- Sinatari, H.M., Aminim, A. L. N and Sarjono, P. R. 2013. Pemurnian Selulase dari Isolat KB Kompos Termofilik Desa Bayat Klaten Menggunakan Fraksinasi Amonium Sulfat. *J. Chem Info*. 1 (1) :130-140.
- Singh, S., Jaiswal, D. K., Sivakumar, N and Verma, J. P. 2019. Developing efficient Thermophilic Cellulose Degrading Consortium for Glucose Production from Different Agro-Residues. *Frontiers in Energy Research*. 7(1) : 1-12.
- Sonia, N. M dan Kusnadi, J. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Selulase dari Isolat Bakteri OS-16 Asal Padang Pasir Tengger-Bromo. *J. Pangan dan Agroindustri*. 3(4) : 11-19.
- Stryer, L., Tymozko, J. L. and Berg, J. M. 2002. *Biochemistry*. New York : WH Freeman.

- Suhito, I.M. 2016. Ekstraksi, Purifikasi, dan Karakterisasi Alkalin Protease dari Limbah Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Skripsi*. Universitas Surabaya: Surabaya.
- Sui, Y., Cui, Y., Xia, G., Peng, X., Yuan, G., and Sun, G. 2019. A facile Route to Preparation of Immobilized Cellulase on Polyurea Microspheres for Improving Catalytic Activity and Stability. *Process Biochemistry*. 8(7) : 73–82.
- Thomas, L., Ram, H and Singh, V. P. 2018. Inducible Cellulase Production from An Organic Solvent Tolerant *Bacillus* sp. SV1 and Evolutionary Divergence of Endoglucanase in Different Species of The Genus *Bacillus*. *Brazilian Journal of Microbiology*. 49(2) : 429–442.
- Yuliasih, I., Tun, T. R., Ilah, S., Hardaning, P., Krisnani and Titi, C. S. 2010. Pengaruh Proses Fraksinasi Pati Sagu Terhadap Karakteristik Fraksi Amilosanya. *J. Teknik Industri Pertanian* 17 (1) : 29-36.
- Wahyuningsih, W. 2020. Isolasi dan Identifikasi Mikroba Penghasil Selulase dari Larva Kumbang Sagu. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Wahyuningtyas, P., Bambang, D. A and Wahyunanto, N. 2013. Studi Pembuatan Enzim Selulase Dari Mikrofungi *Trichoderma Reesei* Dengan Substrat Jerami Padi Sebagai Katalis Hidrolisis Enzimatik Pada Produksi Bioetanol. *J. Bioproses Komeditas Tropis*. 1(1): 21-25.