



**OPTIMASI WAKTU PRODUKSI XILOSA DARI LIMBAH KULIT  
PISANG AMBON OLEH KAPANG *Trichoderma harzianum***

**Skripsi  
Untuk Melengkapi Syarat-syarat guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Farmasi**

**Disusun oleh:  
FITRI AMELIA  
1804015182**





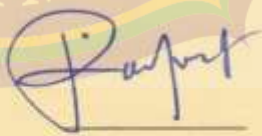


**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2022**

Skripsi dengan judul

**OPTIMASI WAKTU PRODUKSI XILOSA DARI LIMBAH KULIT  
PISANG AMBON OLEH KAPANG *Trichoderma harzianum***

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh:  
**Fitri Amelia, NIM 1804015182**

	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua		
<u>Wakil Dekan I</u> Drs. apt. Inding Gusmayadi, M.Si.		<u>29/11/22</u>
<u>Penguji I</u> apt. Etin Diah Permanasari, Ph.D.		<u>23-11-2022</u>
<u>Penguji II</u> Maharadingga, M.Si.		<u>16-11-2022</u>
<u>Pembimbing</u> Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si.		<u>24-11-2022</u>
Mengetahui:		
Ketua Program Studi Farmasi Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si.		<u>28-11-2022</u>

Dinyatakan lulus pada tanggal: 28 Oktober 2022

## ABSTRAK

### OPTIMASI WAKTU PRODUKSI XILOSA DARI LIMBAH KULIT PISANG AMBON OLEH KAPANG *Trichoderma harzianum*

**Fitri Amelia**  
**1804015182**

Xilosa merupakan hasil hidrolisis xilan oleh enzim xilanase. Kandungan xilan dalam limbah kulit pisang ambon dapat berfungsi sebagai salah satu substrat pada produksi xilosa. Proses produksi xilosa dapat menggunakan bantuan mikroorganisme, salah satunya kapang *Trichoderma harzianum*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu optimum produksi xilosa dari limbah kulit pisang ambon oleh kapang *Trichoderma harzianum*. Penelitian ini menggunakan metode fermentasi cair dengan limbah kulit pisang ambon sebagai substrat, serta lama waktu inkubasi yang dilakukan yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 hari. Pemanenan xilosa dilakukan dengan mensentrifugasi hasil fermentasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit dan diperoleh supernatan, yang selanjutnya dilakukan pengujian kadar dengan Spektrofotometer UV-VIS. Data yang didapatkan dianalisis menggunakan uji Anova *one way*. Hasil penelitian menunjukkan waktu optimum produksi xilosa dari limbah kulit pisang ambon oleh kapang *Trichoderma harzianum* adalah 4 hari dengan konsentrasi xilosa sebesar 96,2646 mg/L.

**Kata Kunci:** Xilosa, Limbah Kulit Pisang Ambon, Kapang *Trichoderma harzianum*, Waktu Inkubasi, Anova *One-Way*.

## KATA PENGANTAR

### *Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillah* segala puji hanya milik Allah SWT rab semesta alam yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan judul:

### **“OPTIMASI WAKTU PRODUKSI XILOSA DARI LIMBAH KULIT PISANG AMBON OLEH KAPANG *Trichoderma harzianum*”**

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.

Pada kesempatan yang baik ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. apt. Hadi Sunaryo, M.Si., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta
2. Bapak Drs. apt. Inding Gusmayadi, M.Si., selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
3. Ibu apt. Kori Yati, M.Farm., selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
4. Bapak apt. Kriana Efendi, M.Farm., selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
5. Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag., selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
6. Ibu Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si., selaku Ketua Program studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
7. Bapak Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si., selaku pembimbing yang senantiasa membantu memberikan arahan, nasihat, motivasi, waktu, tenaga, pikiran, serta ilmu baru yang sangat bermanfaat bagi penulisan skripsi ini. Terimakasih atas pengalaman juga kesabarannya dalam membantu penulis selama ini.
8. Ibu apt. Daniek Viviandhari, S.Farm., M.Sc. selaku pembimbing akademik yang senantiasa selalu memberikan bimbingan dan nasihatnya.
9. Kedua orang tua saya tercinta Ayah Martias dan Ibu Syamsimar yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil, memberikan semangat, dan selalu mendo'akan tiada hentinya kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Keluarga besar saya terutama kakak Mega Martias, abang Sonny Agung Kurniawan dan kedua ponakanku tersayang yang selalu memberikan semangat dan menghibur penulis dalam menuntaskan skripsi ini.
11. Teman satu kelompok penelitian Dinda Tia Lestari dan Aghisna Azza yang senantiasa bersabar dan bekerja sama dengan baik dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih selalu memberikan dukungan serta semangat dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
12. Sahabat terdekat saya Elsa Febriyani dan Anggraini Aulia Rubiyanti atas dukungan, doa serta semangat yang diberikan kepada penulis.
13. Teman-teman angkatan 2018 yang telah menemani dan berjuang bersama selama ini di FFS UHAMKA.

14. Seluruh staf laboratorium Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA yang telah meluangkan waktunya dan turut membantu dalam teknis penelitian.

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. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Jakarta, 18 September 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

	Hlm
<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>x</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PENULIS</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
A. Landasan Teori	5
1. Pisang Ambon	5
2. Fermentasi	6
3. Xilosa	7
4. Xilan	8
5. Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	9
6. Kurva Pertumbuhan	10
7. Metode DNS	12
B. Kerangka Berpikir	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>14</b>
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
1. Tempat Penelitian	14
2. Waktu Penelitian	14
B. Alat dan Bahan Penelitian	14
1. Alat	14
2. Bahan	14
C. Prosedur Penelitian	15
1. Persiapan Awal	15
2. Pembuatan Medium	15
3. Peremajaan <i>Trichoderma harzianum</i>	16
4. Pembuatan Inokulum Starter	16
5. Fermentasi Produksi dan Pemanenan Xilosa	17
6. Pemisahan Supernatan yang Mengandung Xilosa	17
7. Analisis Xilosa Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	17
8. Pengujian Kadar Glukosa	18
9. Perhitungan Kadar Xilosa	18
D. Analisis Data	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>20</b>
A. Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon	20
B. Karakterisasi Isolat Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	20

C. Produksi Xilosa dari Limbah Kulit Pisang Ambon oleh <i>Trichoderma harzianum</i>	22
D. Penentuan Kadar Gula Pereduksi dari Limbah Kulit Pisang Ambon dengan DNS	23
E. Pengukuran Kadar Glukosa dengan Kit Glukosa	25
F. Optimasi Waktu Inkubasi terhadap Kadar Xilosa	26
<b>BAB V    SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>31</b>
A. Simpulan	31
B. Saran	31
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>37</b>



## DAFTAR TABEL

	<b>Hlm</b>
Tabel 1. Karakteristik Kapang <i>Trichoderma harzianum</i> Secara Makroskopis	21
Tabel 2. Hasil Uji Kadar Gula Pereduksi dari Supernatan Fermentasi Cair dengan Medium Limbah Kulit Pisang Ambon oleh Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	25
Tabel 3. Hasil Pengukuran Kadar Glukosa dari Supernatan Fermentasi Cair Medium Limbah Kulit Pisang Ambon oleh Kapang <i>Trichoderma harzianum</i> dengan Kit Glukosa	26
Tabel 4. Hasil Pengukuran Kadar Total Xilosa dari Limbah Kulit Pisang Ambon oleh <i>Trichoderma harzianum</i>	27





## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hlm</b>
Gambar 1. Kulit Pisang Ambon	5
Gambar 2. Struktur Xilan	9
Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Mikroba	11
Gambar 4. Kapang <i>Trichoderma harzianum</i> yang Tumbuh pada Medium PDA	21
Gambar 5. Kurva Total Kadar Xilosa yang Dipengaruhi oleh Waktu Fermentasi	28



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Hlm</b>
Lampiran 1. Alat dan Bahan	37
Lampiran 2. Skema Alur Kerja Penelitian Produksi Xilosa	41
Lampiran 3. Skema Pembuatan Substrat Kulit Pisang Ambon	42
Lampiran 4. Skema Peremajaan Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	43
Lampiran 5. Skema Pembuatan Inokulum Starter Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	44
Lampiran 6. Skema Proses Fermentasi Produksi Xilosa dari Substrat Limbah Kulit Pisang Ambon oleh Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	45
Lampiran 7. Skema Hasil Fermentasi Produksi Xilosa dari Media Limbah Kulit Pisang Ambon oleh Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	46
Lampiran 8. Skema Penetapan Panjang Gelombang Maksimum Xilosa	47
Lampiran 9. Skema Penentuan Kurva Baku Xilosa	48
Lampiran 10. Skema Pengujian Kadar Gula Pereduksi dengan DNS	49
Lampiran 11. Skema Pengukuran Kadar Gukosa dengan Kit Glukosa	50
Lampiran 12. Perhitungan Pembuatan Medium	51
Lampiran 13. Hasil Spektrum Penetapan Panjang Gelombang Maksimum Xilosa pada Konsentrasi 100 ppm	52
Lampiran 14. Perhitungan Kurva Baku Xilosa	53
Lampiran 15. Hasil Pengukuran Kurva Baku Xilosa	54
Lampiran 16. Perhitungan Kadar Gula Pereduksi dengan DNS	55
Lampiran 17. Perhitungan Konsentrasi Glukosa dengan Kit Gukosa	55
Lampiran 18. Hasil Perhitungan Kadar Xilosa	55
Lampiran 19. Hasil Analisis Statistik Kadar Xilosa	56
Lampiran 20. Tahap Produksi Xilosa	59
Lampiran 21. Pembuatan Substrat Kulit Pisang Ambon	60
Lampiran 22. Hasil Peremajaan Kapang <i>Trichoderma harzianum</i>	62
Lampiran 23. Hasil Pembuatan Inokulum (Starter)	64
Lampiran 24. Hasil Fermentasi Produksi Xilosa Limbah Kulit Pisang Ambon	65
Lampiran 25. Supernatan Produksi Xilosa Limbah Kulit Pisang Ambon	66

## PERNYATAAN PENULIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **FITRI AMELIA**

NIM : **1804015182**

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian dalam skripsi ini **BEBAS dari unsur PLAGIARISME**. Apabila di kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar maka dengan ini saya sebagai penulis naskah skripsi ini bersedia mendapatkan sanksi akademik sesuai ketentuan yang berlaku di UHAMKA

Jakarta, 28 Oktober 2022

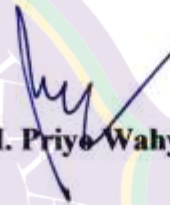
Penulis

Mengetahui:

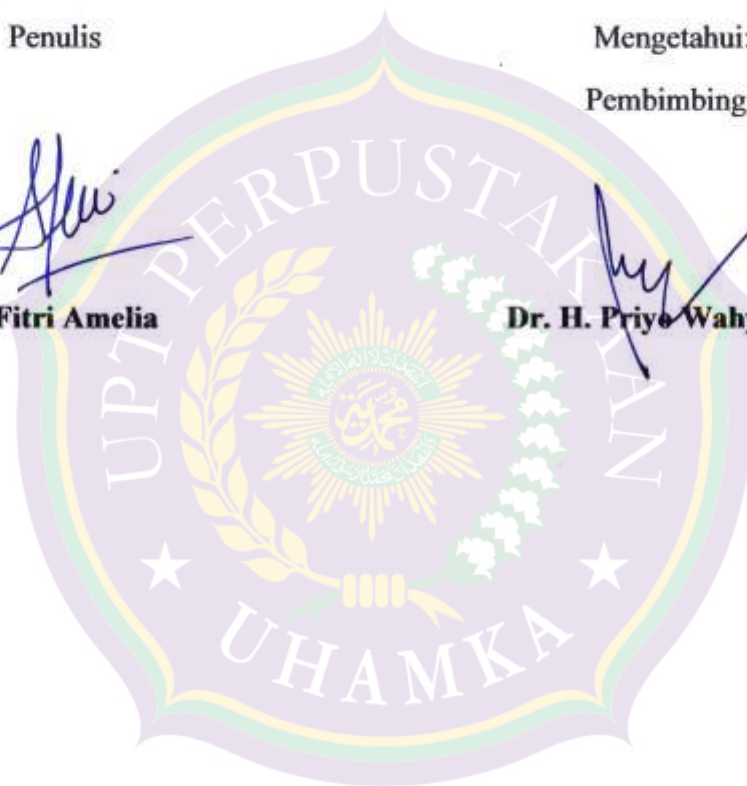
Pembimbing 1,



**Fitri Amelia**



**Dr. H. Priyo Wahyudi, M.Si.**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pisang merupakan salah satu buah yang menjadi unggulan di Indonesia, pada tahun 2013 produksi pisang di Indonesia mencapai 6,28 juta ton dan meningkat setiap tahunnya (Susanti 2014). Pisang ambon dapat dikonsumsi segar maupun dimanfaatkan sebagai bahan baku olahan pisang. Dampak yang ditimbulkan dari tingginya produksi dan konsumsi pisang, yaitu meningkatnya jumlah limbah kulit pisang ambon. Limbah yang ada masih belum dimanfaatkan dengan baik, biasanya hanya dibuang atau dijadikan sebagai makanan ternak. Kulit pisang ambon memiliki kandungan pektin sebesar (10-21%), lignin (6-12%), selulosa (7,6-9,6%), dan hemiselulosa (6,4-9,4%) (Mohapatra *et al.* 2010). Kelompok hemiselulosa terdiri dari manan, arabinogalaktan, arabinan, dan xilan yang dapat digunakan sebagai bahan baku produksi xilosa (Bajpai 2014).

Xilosa adalah gula kayu monosakarida dari jenis aldopentosa yang merupakan produk hidrolisis xilan, yaitu bagian utama dari hemiselulosa (Mikkola *et al.* 1999). Xilosa termasuk ke dalam jenis karbohidrat melimpah kedua setelah glukosa (Huntley dan Patience 2018). Gula xilosa banyak dikonsumsi oleh para penderita diabetes karena dapat mencegah kenaikan glukosa darah, sehingga dapat mengurangi beban pada pankreas, xilosa juga biasa digunakan sebagai campuran pasta gigi yang berfungsi untuk memperkuat gusi (Richana 2002; Jun *et al.* 2016). Gula xilosa dapat diperoleh dari xilan dengan menggunakan proses hidrolisis asam dan fermentasi (Rafiqul dan Sakinah 2013). Pada fermentasi xilosa, mikroorganisme yang dapat digunakan yaitu bakteri, ragi dan fungi berfilamen (kapang) (Komesu *et al.* 2020). Bajpai (2014) melaporkan bahwa salah satu fungi berfilamen yang mampu menghasilkan enzim untuk membantu produksi xilosa adalah spesies *Trichoderma harzianum*.

Kapang *Trichoderma harzianum* adalah fungi yang memiliki filamen atau miselium, berbentuk serabut sehingga terlihat seperti kapas (Charisma 2019). *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu mikroorganisme yang mampu memecah berbagai macam polisakarida seperti selulosa dan hemiselulosa (Kubicek dan Pranz 1998). Kapang ini memiliki potensi menghasilkan enzim

hemiselulolitik jika tumbuh pada substrat yang mengandung hemiselulosa dan akan menghidrolisis xilan menjadi xilosa (Wahyudi *et al.* 2000). Xilan pada kulit pisang ambon dapat dijadikan substrat untuk menumbuhkan *Trichoderma harzianum* secara fermentasi padat maupun cair. Rehman *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kulit pisang ambon merupakan substrat potensial dari limbah pertanian untuk produksi xilan oleh kapang xilanolitik secara fermentasi.

Fermentasi adalah pembuatan kimiawi suatu produk yang berasal dari substrat organik dengan bantuan aktifitas metabolisme mikroorganisme, baik secara aerob maupun anaerob (Hadiyanto dan Azim 2016). Terdapat 3 jenis proses fermentasi yang dapat digunakan untuk mengubah suatu produk menjadi bernilai tinggi oleh bantuan mikroorganisme, yaitu fermentasi padat “*Solid State Fermentation*”, fermentasi submerged “*SmF*”, dan fermentasi cair “*Liquid Fermentation*” (Sadh *et al.* 2018). Fermentasi padat adalah metode menumbuhkan mikroorganisme dengan kondisi kandungan air terbatas tanpa adanya aliran air yang mengalir bebas, sedangkan fermentasi submerged adalah proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme dengan substrat terdapat dalam media cair yang terbatas (Riadi 2007). Fermentasi medium cair merupakan fermentasi yang dapat mengendalikan faktor fisik dan kimia yang akan mempengaruhi proses fermentasi (Rahman 1992). Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi diantaranya suplai nutrisi, suhu, pH, aktivitas air, ketersediaan oksigen, dan waktu (Dinata 2012). Waktu inkubasi merupakan salah satu penentu dalam fermentasi produksi xilosa, dengan waktu yang optimal dapat menghasilkan produk yang maksimal (Fardiaz 1992).

Waktu inkubasi pada suatu proses fermentasi berkaitan dengan kurva pertumbuhan mikroorganisme (Peleg dan Corradini 2011). Efendi dan Efendi (2013) menyatakan bahwa kurva pertumbuhan mikroorganisme secara umum terdapat 4 fase, yaitu fase *lag* (adaptasi), fase *log* (eksponensial), fase *stasioner*, dan fase kematian. Pada fermentasi untuk menghasilkan produk hidrolisis dari substrat oleh mikroba yang tumbuh, umumnya hasil tertinggi didapatkan pada fase logaritmik akhir (Pujiati *et al.* 2018). Wahyudi (2016) melaporkan fermentasi limbah tandan pisang oleh *Trichoderma harzianum* dengan fermentasi cair dilakukan selama 5 hari. Dakha (2016) melaporkan fermentasi limbah kulit melon

oleh *Trichoderma harzianum* dengan fermentasi cair mendapatkan waktu inkubasi yang terbaik pada hari ke 4. Substrat limbah kulit pisang ambon yang akan difermentasi oleh *Trichoderma harzianum* untuk menghasilkan xilosa pada penelitian ini belum diketahui waktu inkubasi optimalnya.

Berdasarkan uraian diatas, maka akan dilakukan penelitian untuk mengoptimasi waktu produksi xilosa dari limbah kulit pisang ambon oleh kapang *Trichoderma harzianum*. Penelitian ini menggunakan substrat kulit pisang ambon yang merupakan limbah produksi makanan yang banyak di Indonesia dan mengandung hemiselulosa. Kapang *Trichoderma harzianum* digunakan untuk meningkatkan nilai manfaat limbah kulit pisang ambon menjadi xilosa melalui metode fermentasi cair. Salah satu faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah waktu inkubasi yang akan menjadi penentu efektivitas dan efisiensi fermentasi produksi xilosa. Metode Dinitrosalisilat (DNS) digunakan untuk menganalisis produksi xilosa dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Prinsip dari DNS yaitu penggunaan teknik kolorimetri sebagai pengukuran gula pereduksi, reagen DNS akan bereaksi dengan gula pereduksi sehingga membentuk senyawa 3-amino-5nitrosalisilat yang berwarna kuning kecokelatan.

## **B. Permasalahan Penelitian**

Kulit pisang ambon merupakan limbah yang melimpah keberadaannya, karena mengandung lignoselulosa, terdiri dari lignin (6-12%), pektin (10-21%), selulosa (7,6-9,6%), dan hemiselulosa (6,4 – 9,4%) yang jika tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan masalah. Limbah kulit pisang ambon memiliki potensi untuk menghasilkan xilosa melalui fermentasi dengan bantuan kapang *Trichoderma harzianum*. Xilosa merupakan gula rendah kalori yang didapatkan dari hasil hidrolisis bahan berlignoselulosa, baik secara kimiawi maupun fermentasi. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi adalah waktu inkubasi optimal yang akan menghasilkan produk maksimal pada fermentasi produksi xilosa. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah berapa waktu optimal yang diperlukan untuk produksi xilosa dari limbah kulit pisang ambon oleh *Trichoderma harzianum* pada fermentasi cair.

### **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan waktu optimum dalam memproduksi xilosa dari limbah kulit pisang ambon dengan bantuan kapang *Trichoderma harzianum* menggunakan metode fermentasi cair.

### **D. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta bermanfaat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan kefarmasian dengan mengolah kembali limbah kulit pisang ambon menjadi suatu substrat dalam memproduksi xilosa oleh bantuan kapang *Trichoderma harzianum*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alviani P. 2017. *Panen Uang Dari Kebun Pisang*. Zahara Pustaka. Sleman. Hlm 20.
- Azzahra N, Jamilatun M, Aminah A. 2020. Perbandingan Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada Media Instan Modifikasi Carrot Sucrose Agar dan Potato Dextrose Agar. *Jurnal Mikologi Indonesia*. Vol 4 (1). Hlm 170.
- Bajpai P. 2014. Xylan : Occurrence and Structure. Dalam: Bajpai P (Ed). *Xylanolytic Enzymes*. Elsevier Inc. Oxford. Hlm 10.
- Berk Z. 2009. Centrifugation. Dalam: *Food Process Engineering and Technology*. Ed ke-1 London: Elsevier. hlm. 217.
- Bintang M. 2010. *Biokimia - Teknik Penelitian*. Erlangga. Jakarta. Hlm 97.
- Bisset J, Gams W. 1998. Morphology and Identification of Trichoderma. Dalam: Kubicek C, Harman G (Eds). *Trichoderma & Gliocladium Volume 1 Basic Biology, Taxonomy, and Genetics*. Taylor & Francis Ltd. London. Hlm 14-15.
- Charisma AM. 2019. *Buku Ajar Mikologi*. Airlangga University Press. Surabaya. Hlm 6.
- Chundawat SPS. 2020. Comparison of Analytical Methods for Rapid & Reliable Quantification of Plant-Based Carbohydrates for the Quintessential Bioenergy Educator. *BioRxiv*. Hlm 5.
- Dakha GM. 2016. Optimasi Waktu Produksi Xilosa dari Limbah Kulit Melon Oleh Kapang Xilanolitik *Trichoderma harzianum*. *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains Uhamka. Jakarta. Hlm. 26.
- Dinata DI. 2012. *Bioteknologi : Pemanfaatan Mikroorganisme & Teknologi Bioproses*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta. Hlm. 202-205.
- Dwidjoseputro D. 2003. *Dasar - Dasar Mikroteknologi*. Djambatan. Jakarta. Hlm 51.
- Efendi VO, Efendi Y. 2013. *Mikrobiologi Hasil Perikanan*. Bung Hatta University Press. Padang. Hlm 78, 95-99.
- Fardiaz S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm 98, 114.
- Gajera H, Domadiya R, Patel S, Kapopara M, Golakiya B. 2013. Molecular Mechanism of *Trichoderma* as Bio-Control Agents Against Phytopathogen System-A Review. *Current Research in Microbiology and Biotechnology*. Vol 1(4). Hlm 133.



- Hadioetomo RS. 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek*. PT Gedia Pustaka Utama. Jakarta. Hlm 56 - 63.
- Hadiyanto, Azim M. 2016. *Dasar-Dasar Bioproses*. EF Press Digimedia. Semarang Hlm. 62,64,70.
- Hartono A, Janu PBH. 2013. Pelatihan Pemanfaatan Limbah Kulit pisang sebagai Bahan Dasar Pembuatan Kerupuk. *Seri Pengabdian Masyarakat*. Vol 2(3). Hlm 200.
- Huntley NF, Patience JF. 2018. Xylose: Absorption, Fermentation, and Post-Absorptive Metabolism in the Pig. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. Vol 9(4). Hlm 9.
- Integrated Taxonomy Information System. 2011. *Musa x paradisiaca sapientum* (L) Kuntze. Serial No. 537700  
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=537700#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=537700#null). Diakses pada 02 Oktober 2022: 16.00
- Jun YJ, Lee J, Hwang S, Kwak JH, Ahn HY, Bak YK, Koh J, Lee JH. 2016. Beneficial Effect of Xylose Consumption On Postprandial Hyperglycemia In Korean: a Randomized Double-Blind, Crossover Design. *Trials*. Vol 17(139). Hlm 2.
- Kubicek EM, Pranz. 2002. Nutrition, cellular structure and basic metabolic pathway in *Trichoderma* and *Gliocladium*. Dalam: Kubicek C, Harman G (Eds). *Trichoderma & Gliocladium Volume 1 Basic Biology, Taxonomy, and Genetics*. Taylor & Francis Ltd. London. Hlm 95.
- Kumala S, Fitri NA. 2008. Penapisan Kapang Endofit Ranting Kayu Meranti Merah (*Shorea Balangeran* Koth.) Sebagai Penghasil Enzim Xilanase. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. Vol 6 (1). Hlm 3.
- Kusuma TS, Kurniawati AD, Rahmi Y, Rusdan IH, Widyanto RM. 2017. *Pengawasan Mutu Makanan*. UB Press. Malang. Hlm 23-24.
- Kusumaningati MA, Nurhatika S, Muhibuddin A. 2013. Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas mobilis* dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. Vol 2 (2). Hlm 221.
- Komesu A, Oliveira J, Neto JM, Penteado ED, Diniz AAR, Martins LHDS. 2020. Xylose Fermentation To Bioethanol Production Using Genetic Engineering Microorganisms. *Genetic and Metabolic Engineering for Improved Biofuel Production from Lignocellulosic Biomass*. Elsevier Inc. Hlm 144.
- Lieckfeldt E, Kuhls K, Muthumeenakshi S. 2002. Molekular Taxonomy of *Trichoderma* and *Gliocladium* and their telemorphs. Dalam : Kubicek C, Harman G (Eds). *Trichoderma & Gliocladium Volume 1 Basic Biology, Taxonomy, and Genetics*. Taylor & Francis Ltd. London. Hlm 45.

- Maier RM. 2009. Bacterial Growth. Dalam: Maier R, Pepper I, Gerba C (Eds). *Environmental Microbiology*. Second Edition. Elsevier Inc. Carlifornia. Hlm 38 - 39.
- Marsden WL, Gray PP, Nippard GJ, Quinlan MR. 1982. Evaluation of The Dns Method for Analysing Lignocellulosic Hydrolysates. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* Vol 32(11). Hlm 1014.
- Mikkola JP, Salmi T, Sjöholm R. 1999. Kinetic and Mass Transfer Effects in The Hydrogenation of Xylose to Xylitol. *Reaction Kinetics and the Development of Catalytic Processes*. Hlm 351.
- Mohapatra D, Mishra S, Sutar N. 2010. Banana and Its By-Product Utilisation: An Overview. *Journal of Scientific and Industrial Research*. Vol 69. Hlm 326.
- Naufalin R. 2018. *Mikrobiologi Pangan*. Plantaxia. Yogyakarta. Hlm 8-9.
- Nurliza. 2019. Isolasi Jamur *Trichoderma Harzianum* Endofit Dari Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria spp*). *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Riau. Hlm 3.
- Peleg M, Corradini MG. 2011. Microbial Growth Curves: What The Models Tell Us and What They Cannot. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol 51(10). Hlm 918.
- Pranata T. 2017. *Panduan Praktis Budidaya Pisang*. Shira Media. Sleman. Hlm 14.
- Pujiati, Ardhi MW, Prasetyo EN. 2018. *Bioteknologi Berbasis Proyek (Produksi Purifikasi Enzim Selulase dari Kapang Trichoderma Viride dan Potensinya Dalam Bioscouring*. AE Medika Grafika. Magetan. Hlm 11, 82.
- Pujiati, Widiyanto J. 2017. *Kapang Selulolitik*. Prog Studi Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Madiun. Madiun. Hlm 1.
- Rafiqul ISM, Sakinah AMM. 2013. Processes For The Production of Xylitol-A Review. *Food Reviews International*. Vol 29. Hlm 127.
- Riadi L. 2007. *Teknologi Fermentasi*. Jilid I. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hlm 3.
- Rahman A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Archan. Jakarta. Hlm 149, 163.
- Rehman S, Aslam H, Ahmad A, Khan SA, Sohail M. 2014. Production of Plant Cell Wall Degrading Enzymes by Monoculture and Co-Culture of *Aspergillus Niger* and *Aspergillus Terreus* Under SSF of Banana Peels. *Brazilian Journal of Microbiology*. Vol 45(4). Hlm 1491.
- Richana N. 2002. Produksi dan Prospek Enzim Xilanase dalam Pengembangan Bioindustri di Indonesia. *Buletin AgroBio*. Vol 5(1). Hlm 32.

- Roosheroe IG, Sjamsuridzal W, Oetari A. 2014. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta. Hlm 25,
- Sadh PK, Kumar S, Chawla P, Duhan JS. 2018. Fermentation: A Boon for Production of Bioactive Compounds by Processing of Food Industries Wastes (By-Products). *Molecules*. Vol 23(10). Hlm 1, 14-15.
- Sharma R, Garg P, Kumar P, Bhatia SK, Kulshrestha S. 2020. Microbial Fermentation and Its Role in Quality Improvement of Fermented Foods. *Fermentation*. Vol 6. Hlm 1.
- Silva AED, Marcelino HR, Gomes MCS, Oliveira EE, Jr TN, Egito EST. 2012. Xylan, a Promising Hemicellulose for Pharmaceutical Use. *Products and Applications of Biopolymers*. Hlm 62-64.
- Stephenson FH. 2016. *Centrifugation*. Dalam: Coulthurst F (Ed). *Calculation for Molecular Biology and Biotechnology*. Third. Sara Tenney. London. Hlm. 431.
- Susanti AA. 2014. *Oulook Komoditi Pisang*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Jakarta. Hlm 1.
- Susanti R, Fibriana F. 2017. *Teknologi Enzim*. CV Andi Offset. Yogyakarta. Hlm 101.
- Susanto T. 2016. *Untung Berlipat Dari Kebun Pisang*. Air Publishing. Depok. Hlm 8, 21.
- Sutarman. 2016. *Biofertilizer Fungi Trichoderma & Mikoriza*. Umsida Press. Sidoarjo. Hlm 10, 31.
- Sutrisno A. 2017. *Teknologi Enzim*. UB Press. Malang. Hlm 94-95.
- Sopandi T, Wardah. 2014. *Mikrobiologi pangan - Teori dan Praktik*. C.V Andi Offset. Yogyakarta. Hlm 228-229.
- Visvanathan R, Qader M, Jayathilake C, Jayawardana BC, Liyanage R, Sivakanesan R. 2020. Critical Review on Conventional Spectroscopic A-Amylase Activity Detection Methods: Merits, Demerits, and Future Prospects. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Hlm 4.
- Wahyudi H. 2016. Optimasi Waktu Produksi Xilosa dari Limbah Tandan Pisang Oleh Kapang Xilanolitik *Trichoderma harzianum*. *Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Sains Uhamka. Jakarta. Hlm 27.
- Wahyudi P, Suwahyono U, Mulyati S. 2000. Pertumbuhan *Trichoderma harzianum* pada Medium yang Mengandung Xilan. *Badan penkajian dan Penerapan Biologi*. Hlm 1 - 2.
- Webster J, Weber R. 2007. *Introduction to Fungi*. Third Edit. New York: United States of America. Hlm 20.

- Wibowo GT. 2018. Produksi Enzim Selulase dari Fungi *Trichoderma harzianum* Dengan Memanfaatkan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Sebagai Substrat (Kajian Konsentrasi Inokulum dan Waktu Inkubasi). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. Hlm 73.
- Zhao Z, Xian M, Liu M, Zhao G. 2020. Biochemical Routes for Uptake and Conversion of Xylose by Microorganisms. *Biotechnol Biofuels*. Vol 13(21). Hlm 4
- Zulkoni A. 2019. *Buku Ajar Bioteknologi Lingkungan*. Nuha Medika. Yogyakarta. Hlm 60.

