

**PEMANFAATAN LIMBAH AGRIKULTUR SEBAGAI MEDIA
KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI
SUMBER AIR PANAS DALAM MENGHASILKAN ENZIM
XILANASE**



**TIARA FEBRIANA
NIM. 20032040/2020**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

**PEMANFAATAN LIMBAH AGRIKULTUR SEBAGAI MEDIA
KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI
SUMBER AIR PANAS DALAM MENGHASILKAN ENZIM
XILANASE**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
TIARA FEBRIANA
NIM. 20032040/2020**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH AGRIKULTUR SEBAGAI MEDIA
KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER
AIR PANAS DALAM MENGHASILKAN ENZIM XILANASE**

Nama : Tiara Febriana
NIM/TM : 20032040/2020
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang 5 Agustus 2024

Mengetahui
Kepala Departemen



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M.Biomed
NIP.197508152006042001

Disetujui Oleh :
Pembimbing



Dr. Irdawati, M.Si
NIP. 197104302001122001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI




Nama : Tiara Febriana
NIM : 20032040
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PEMANFAATAN LIMBAH AGRIKULTUR SEBAGAI MEDIA
KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER
AIR PANAS DALAM MENGHASILKAN ENZIM XILANASE**

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 10 Juli 2024

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Irdawati, S.Si., M.Si	 _____
Anggota	: Dezi Handayani, S.Si., M.Si	 _____
Anggota	: Prof. Dr. Azwir Anhar., M.Si	 _____

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

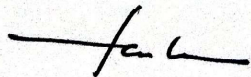
Nama : Tiara Febriana
NIM : 20032040
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “Pemanfaatan Limbah Agrikultur Sebagai Media Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Dalam Menghasilkan Enzim Xilanase” adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 10 Juli 2024

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Tiara Febriana
NIM. 20032040

Pemanfaatan Limbah Agrikultur Sebagai Media Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Dalam Menghasilkan Enzim Xilanase

Tiara Febriana

ABSTRAK

Enzim xilanase adalah enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisis hemiselulosa menjadi xilooligosakarida dan xilosa. Salah satu manfaat enzim xilanase adalah sebagai pemutih kertas dan pulp. Enzim ini dihasilkan oleh bakteri termofilik dengan substrat yang terdapat dalam *Beechwood Xylan*. Namun, penggunaan *Beechwood Xylan* memerlukan biaya yang mahal, sehingga perlu alternatif lain dengan harga yang lebih terjangkau. Limbah agrikultur berpotensi menggantikan *Beechwood Xylan* karena memiliki kandungan xilan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari substrat limbah terbaik pengganti *Beechwood Xylan* dan konsentrasi yang optimum sebagai media konsorsium bakteri termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan RAL dengan 2 tahap, yaitu optimasi substrat limbah agrikultur (jerami padi, sekam padi, dan tongkol jagung) dengan 5 ulangan dan optimasi konsentrasi substrat limbah agrikultur terpilih dengan 4 ulangan. Sampel yang digunakan adalah konsorsium trikultur bakteri termofilik SSA2, SSA3, dan SSA4. Aktivitas enzim diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA dan uji lanjut DMRT pada taraf nyata 0,05.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah agrikultur sebagai pengganti xilan berpengaruh terhadap aktivitas enzim xilanase. Jerami memiliki rata-rata aktivitas enzim xilanase tertinggi sebesar 9,267 Unit/mL. Konsentrasi 0,2% merupakan konsentrasi optimum yang memiliki rata-rata aktivitas enzim yaitu 8,841 Unit/mL.

Kata kunci: Beechwood xylan, Enzim Xilanase, Limbah Agrikultur, Substrat, Xilan

Utilization of Agricultural Waste as a Media for the Triculture Consortium of Thermophilic Bacteria from Hot Springs to Produce Xylanase Enzymes

Tiara Febriana

ABSTRACT

Xylanase enzyme is an extracellular enzyme that can hydrolyze hemicellulose into xylooligosaccharides and xylose. One of the benefits of xylanase enzyme is as a paper and pulp bleach. This enzyme is produced by thermophilic bacteria with a substrate contained in Beechwood Xylan. However, the use of Beechwood Xylan requires expensive costs, so other alternatives are needed with more affordable prices. Agricultural waste has the potential to replace Beechwood Xylan because it contains xylan. The purpose of this study was to find the best waste substrate to replace Beechwood Xylan and the optimum concentration as a medium for thermophilic bacterial consortium in producing xylanase enzyme.

This study is an experimental study using RAL with 2 stages, namely optimization of agricultural waste substrates (rice straw, rice husks, and corn cobs) with 5 replications and optimization of selected agricultural waste substrate concentrations with 4 replications. The samples used were triculture consortiums of thermophilic bacteria SSA2, SSA3, and SSA4. Enzyme activity was measured using a spectrophotometer with a wavelength of 540 nm. The data obtained were analyzed by ANOVA test and DMRT further test at a significance level of 0.05.

The results of this study indicate that agricultural waste as a substitute for xylan affects the activity of the xylanase enzyme. Straw has the highest average xylanase enzyme activity of 9.267 Units/mL. Concentration of 0.2% is the optimum concentration which has an average enzyme activity of 8.841 Units/mL.

Keywords: Beechwood xylan, Xylanase Enzyme, Agricultural Waste, Substrate, Xylan

HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

Judul : **Pemanfaatan Limbah Agrikultur Sebagai Media
Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber
Air Panas Dalam Menghasilkan Enzim Xilanase**

Nama : Tiara Febriana

NIM/TM : 20032040/2020

Program Studi : Biologi

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang 16 Mei 2024

Disetujui oleh:

Pembimbing



Dr. Irdawati, M. Si
NIP. 197104302001122001

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Pemanfaatan Limbah Agrikultur Sebagai Media Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Dalam Menghasilkan Enzim Xilanase**”. Shalawat beserta salam untuk Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk, memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Irdawati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pikiran, waktu dan tenaga untuk membimbing penelitian dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dezi Handayani, M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Azwir Anhar, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan serta saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Resti Fevria, S.TP, MP. selaku Dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan penulis saran dan masukan selama menempuh perkuliahan.
4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M.Biomed. selaku Kepala Departemen Biologi yang telah membantu kelancaran dalam penulisan skripsi.

5. Bapak/Ibu dosen staf Departemen Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
6. Kedua orang tua penulis Ayah dan Almh. Ibunda yang telah memberikan do'a, dukungan finansial dan mental yang selalu mengiringi setiap perjalanan penulis.
7. Paman penulis dan Istrinya yang sudah berperan besar dalam kelancaran perkuliahan penulis hingga bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Semua teman-teman Mikrozone (Monika, Titi, Fera, Rada, Yuda, dan Doni) atas semua bantuan dukungan dan kerjasamanya selama penelitian.
9. Anak Pamulang (Fadilla, Della, Monika, dan Linda) yang sudah menemani sedari awal semester sampai sekarang.
10. Terakhir, teruntuk diri penulis sendiri karna sudah bertahan dan mampu menyelesaikan skripsi ini sampai akhir.

Semoga bantuan yang Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan, bernilai ibadah dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi semua orang yang membacanya.

Padang, 16 Mei 2024

Tiara Febriana

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Hipotesis Penelitian.....	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Enzim Xilanase	6
B. Bakteri Termofilik.....	7
C. Konsorsium Bakteri	9
D. Substrat Limbah Agrikultur	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
A. Jenis Penelitian.....	14
B. Waktu dan Tempat Penelitian	14
C. Alat dan Bahan.....	14
D. Rancangan Penelitian	15
E. Prosedur Penelitian.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
A. Hasil Penelitian	21
B. Pembahasan.....	22
BAB V PENUTUP.....	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aktivitas Enzim Xilanase Pada Substrat Limbah Agrikultur	21
2. Aktivitas Enzim Xilanase Pada Konsentrasi Limbah Agrikultur Jerami.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Cara Kerja	35
2. Kurva Standar Xilosa	36
3. Analisis Statistik Data Aktivitas Enzim Xilanase Isolat SSA2, SSA3, dan SSA4 Optimasi Substrat Limbah Agrikultur.....	38
4. Analisis Statistik Data Aktivitas Enzim Xilanase Isolat SSA2, SSA3, dan SSA4 Optimasi Konsentrasi Substrat Limbah Agrikultur	42
5. Dokumentasi Kegiatan	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan enzim dalam dunia industri terus mengalami peningkatan setiap tahunnya hingga mencapai kisaran 10-15% (Mufarrikha *et al.*, 2014). Pada tahun 2020, permintaan enzim di pasar industri telah mencapai US\$200-300 juta (Zarafeta *et al.*, 2020). Salah satu enzim yang banyak digunakan dalam dunia industri yaitu enzim xilanase. Enzim xilanase digunakan di berbagai sektor industri seperti industri tekstil, makanan, deterjen, kertas dan kosmetik (Irdawati *et al.*, 2021).

Xilanase adalah enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisis hemiselulosa menjadi xilooligosakarida dan xilosa. Xilanase memiliki kemampuan untuk memotong ikatan yang menghubungkan xilan dengan selulosa yang terikat pada lignin. Hal ini mengakibatkan pemecahan xilan menjadi bentuk monomernya, serta memungkinkan pemisahan lignin dari selulosa (Erika *et al.*, 2016). Xilan merupakan substrat dari enzim xilanase yang terdapat dalam *Beechwood Xylan*. Penggunaan xilan untuk memproduksi enzim xilanase dalam skala besar membutuhkan biaya yang sangat besar, sehingga perlu dilakukan sebuah inovasi untuk mencari alternatif pengganti substrat dengan biaya yang lebih terjangkau (Richana, 2002).

Salah satu alternatif yang mampu menggantikan xilan adalah dengan menggunakan limbah agrikultur. Limbah agrikultur kaya akan polimer karbohidrat seperti selulosa, hemiselulosa, xilan, dan pektin sehingga mampu menggantikan xilan murni (Shrestha *et al.*, 2022). Adapun jenis limbah

agrikultur yang mengandung komponen xilan adalah jerami padi, tongkol jagung, dedak gandum, bagas tebu, dan sekam padi (Irdawati *et al.*, 2021).

Jerami padi mengandung kurang lebih 37% selulosa dan 27,5% hemiselulosa serta kandungan xilan sebesar 20% (Anggita *et al.*, 2021). Menurut Septiningrum (2011) tongkol jagung memiliki kandungan xilan berkisar antara 12,4-12,9%. Sekam padi merupakan salah satu limbah berlignoselulosa yang memiliki kandungan xilan sebesar 12% (Richana *et al.*, 2004).

Enzim xilanase mampu dihasilkan oleh mikroorganisme melalui proses fermentasi, yang biasanya diproduksi oleh bakteri (Richana *et al.*, 2008). Salah satu bakteri penghasil enzim xilanase yaitu *Bacillus stearothermophilus*, bakteri ini termasuk kedalam jenis bakteri termofilik karena mampu bertahan hidup pada suhu tinggi (Trismilah & Waltam, 2009).

Bakteri termofilik merupakan bakteri yang dapat tumbuh pada suhu tinggi kisaran 45-80⁰C. Bakteri termofilik mampu menghasilkan enzim yang stabil terhadap panas (termostabil) (Fifendy *et al.*, 2015). Enzim termostabil memiliki beberapa keuntungan dalam menghidrolisis bahan lignoselulosa seperti mempersingkat waktu hidrolisis, menurunkan risiko kontaminasi, dan meningkatkan produktivitas (Bhalla *et al.*, 2013). Bakteri termofilik dapat dijumpai pada lingkungan ekstrim seperti lubang hidrotermal laut dalam, sumber mata air panas, lahan vulkanik, *mud pot*, gurun dan kompos (DeCastro *et al.*, 2016).

Penelitian Irdawati *et al.* (2018) mengenai identifikasi bakteri termofilik penghasil xilanase yang diisolasi dari sumber air panas Sapan Sungai Aro (SSA), menunjukkan 12 dari 16 isolat memiliki aktivitas enzim xilanase, dengan

nilai tertinggi sebesar 0,74 U/mL oleh isolat SSA2. Lima isolat dengan aktivitas enzim xilanase teratas yaitu SSA2, SSA3, dan SSA4 yang teridentifikasi sebagai *Bacillus* sp.1, serta SSA6 dan SSA7 sebagai *Bacillus* sp.2. Diketahui isolat yang diisolasi pada penelitian tersebut merupakan kultur tunggal (monokultur). Meskipun penelitian terkait bakteri monokultur sudah banyak dilakukan dan mampu menghasilkan enzim yang maksimal, tapi seiring berkembangnya teknologi banyak ilmuwan yang menggunakan kultur campuran (konsorsium) untuk meningkatkan hasil produksi enzim. Menurut Asri & Zulaika, (2016) penggunaan konsorsium bakteri dianggap mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal (monokultur), hal ini dikarenakan kerja enzim dari tiap jenis bakteri mampu bersinergis untuk bertahan hidup pada sumber nutrisi yang tersedia dalam media tumbuh.

Konsorsium adalah kombinasi dari populasi mikroorganisme dalam bentuk komunitas yang berinteraksi secara kooperatif, komensal, dan mutualistik. Anggota dalam komunitas ini saling berkolaborasi lebih efektif dalam mendegradasi senyawa kimia daripada isolat tunggal (Okoh, 2006). Penggunaan konsorsium bakteri memiliki berbagai keuntungan, seperti risiko kontaminasi yang minim, penurunan viskositas medium, serta peningkatan kelarutan dan permukaan substrat (Lepcha *et al.*, 2021).

Penelitian mengenai enzim xilanase yang dihasilkan dari konsorsium bakteri termofilik ini telah banyak dilakukan, seperti pada penelitian Zhang *et al.*, (2018) yang mendapatkan hasil bahwa konsorsium mikroba TMC7 yang diisolasi dari kompos termofilik limbah pertanian lokal menunjukkan adanya aktivitas enzim xilanase dengan nilai tertinggi sebesar 18,7U/mL. Penelitian

serupa yang dilakukan oleh Angural *et al.*, (2021) juga menunjukkan bahwa konsorsium bakteri alkalofilik yang terdiri dari *Bacillus* sp.NG-27 dan *Bacillus nealsonii* PN- 11, berhasil mencapai tingkat aktivitas enzim xilanase tertinggi yaitu 156,0 U/mL. Kemudian penelitian terbaru yang dilakukan oleh Yeriska *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa aktivitas enzim xilanase tertinggi dari konsorsium bakteri termofilik yang diisolasi dari sumber air panas Sapan Sungai Aro (SSA) yaitu isolat SSA2, SSA3, dan SSA4 dengan nilai produksi xilanase sebesar 10,01 U/mL.

Penelitian Erika *et al.*, (2016) mengenai optimasi media dalam menghasilkan enzim xilanase menggunakan limbah pertanian berupa bagas tebu, sekam padi, dan tongkol jagung oleh bakteri monokultur *Bacillus* sp. didapatkan hasil bahwa aktivitas enzim xilanase tertinggi pada tongkol jagung sebesar 0,2 U/mL. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Chantorn *et al.*, (2021) yang memanfaatkan limbah agrikultur berupa bungkil kedelai sebagai media dari konsorsium bikultur bakteri BTK01 dan BTK07 untuk memproduksi enzim xilanase, didapatkan aktivitas enzim xilanase sebesar 0,906 U/mL.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah agrikultur sebagai media konsorsium trikultur bakteri termofilik dari sumber air panas dalam menghasilkan enzim xilanase.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh jenis limbah agrikultur sebagai media konsorsium trikultur bakteri termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase?
2. Berapakah konsentrasi optimum dari media konsorsium trikultur bakteri

termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase?

C. Hipotesis Penelitian

1. Jenis limbah agrikultur sebagai media konsorsium trikultur bakteri termofilik berpengaruh dalam menghasilkan enzim xilanase.
2. Konsentrasi optimum dari media konsorsium trikultur bakteri termofilik berpengaruh dalam menghasilkan enzim xilanase.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan jenis limbah agrikultur yang optimum sebagai media konsorsium trikultur bakteri termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase.
2. Menentukan konsentrasi optimum dari media konsorsium trikultur bakteri termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam bidang Mikrobiologi.
2. Memberikan informasi mengenai jenis limbah agrikultur yang optimum sebagai media konsorsium trikultur bakteri termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase.
3. Memberikan informasi mengenai konsentrasi optimum dari media konsorsium trikultur bakteri termofilik dalam menghasilkan enzim xilanase.