

**FORMULASI KONSORSIUM BAKTERI TERMOFILIK DARI
SUMBER AIR PANAS SAPAN SUNGAI ARO SECARA
BIKULTUR DALAM PRODUKSI ENZIM XILANASE**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh

SHAFALITA AZZAHRA

19032095/2019

PROGRAM STUDI BIOLOGI

DEPARTEMEN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

PERSETUJUAN SKRIPSI

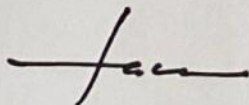
FORMULASI KONSORSIUM BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS SAPAN SUNGAI ARO SECARA BIKULTUR DALAM PRODUKSI ENZIM XILANASE

Nama : Shafa Thalita Azzahra
NIM/TM : 19032095/2019
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

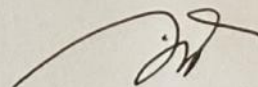
Padang, 13 Februari 2023

Mengetahui :
Kepala Departemen Biologi

Disetujui Oleh :
Pembimbing



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



Dr. Irdawati, S.Si., M.Si.
NIP. 1971043020011220011

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

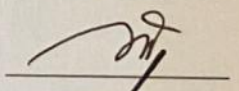
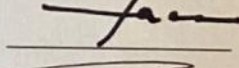
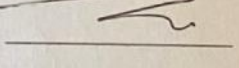
Nama : Shafa Thalita Azzahra
NIM/TM : 19032095/2019
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

FORMULASI KONSORSIUM BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS SAPAN SUNGAI ARO SECARA BIKULTUR DALAM PRODUKSI ENZIM XILANASE

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

Padang, 13 Februari 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
1. Ketua	: Dr. Irdawati S.Si., M.Si	
2. Anggota	: Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M. Biomed.	
3. Anggota	: Dezi Handayani, S.Si., M.Si.	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

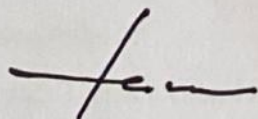
Nama : Shafa Thalita Azzahra
NIM/TM : 19032095/2019
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "Formulasi Konsorsium Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro Secara Bikultur dalam Produksi 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, 13 Februari 2023

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



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

Saya yang menyatakan,



Shafa Thalita Azzahra
NIM.19032095

**Formulasi Konsorsium Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Sapan
Sungai Aro Secara Bikultur dalam Produksi Enzim Xilanase**

Shafa Thalita Azzahra

ABSTRAK

Xilan merupakan polisakarida alami kedua paling melimpah di alam sehingga dibutuhkan enzim yang dapat menghidrolisis zat tersebut, yaitu enzim xilanase. Enzim xilanase digunakan dalam pengolahan sampah, menghasilkan energi terbarukan, juga menurunkan penggunaan klorin di industri kertas yang berbahaya bagi lingkungan. Xilanase diproduksi oleh mikroorganisme salah satunya bakteri termofilik. Bakteri tersebut dapat bertahan di suhu dan lingkungan yang ekstrim sehingga enzim yang dihasilkan termostabil. Hasil produksi enzim yang dihasilkan oleh konsorsium cenderung lebih tinggi daripada monokultur. Sebelum bakteri dikonsorsiumkan lebih baik dilakukan uji kompatibilitas untuk mengetahui isolat bakteri yang tidak saling mengganggu satu sama lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro dan menentukan formulasi konsorsium bakteri termofilik bikultur yang optimum dalam produksi enzim xilanase.

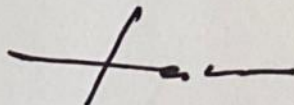
Penelitian bersifat deskriptif. Uji kompatibilitas bakteri menggunakan metode *disk diffusion* atau disebut difusi cakram merupakan cara untuk menentukan kepekaan bakteri terhadap suatu zat yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Pengujian aktivitas enzim menggunakan metode Miller dengan reagen DNS (Dinitrosalicylic acid).

Hasil penelitian uji kompatibilitas bakteri menunjukkan semua variasi isolat bakteri bersifat kompatibel karena tidak ditemukannya zona bening. Isolat bakteri termofilik pada konsorsium secara bikultur yang optimum dalam memproduksi enzim xilanase adalah SSA4 & SSAS6 yaitu 19,89 U/ml.

Kata Kunci : *Bakteri Termofilik, Enzim Xilanase, Konsorsium*

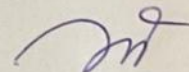
Padang, 13 Februari 2023

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



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

Pembimbing,



Dr. Irdawati, S.Si., M.Si.
NIP. 1971043020011220011

**Formulation of Thermophilic Bacteria Consortium from Sapan Sungai Aro
Hot Springs in Biculture for Xylanase Enzyme Production**

Shafa Thalita Azzahra

ABSTRACT

Xylan is the second most abundant natural polysaccharide in nature, so an enzyme that can hydrolyze this substance is needed, namely the xylanase enzyme. Xylanase enzymes are used in waste processing, produce renewable energy, also reduce the use of chlorine in the paper industry which is harmful to the environment. Xylanase is produced by microorganisms, one of which is thermophilic bacteria. These bacteria can survive in extreme temperatures and environments so that the enzymes produced are thermostable. Enzyme production yields produced by consortia tend to be higher than monocultures. Before the bacteria are consortium, it is better to do a compatibility test to find out the bacterial isolates that do not interfere with each other. The purpose of this study was to determine the compatibility of a consortium of thermophilic bacteria from Sapan Sungai Aro Hot Springs and to determine the optimum biculture thermophilic bacteria consortium formulation in the production of xylanase enzymes.

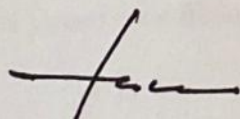
This is a descriptive research. Bacterial compatibility test using the disk diffusion method or called disc diffusion is a way to determine the sensitivity of bacteria to a substance that can inhibit microbial growth. Enzyme activity testing used the Miller method with DNS (Dinitrosalicylic acid) reagent.

The results of the bacterial compatibility test showed that all variations of bacterial isolates were compatible because no clear zone was found. The optimum bicultural isolates of thermophilic bacteria in the consortium in producing xylanase enzymes were SSA4 & SSAS6, namely 19.89 U/ml.

Keyword : Consortium, Thermophilic Bacteria, Xylanase Enzyme

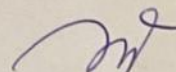
Padang, 13 Februari 2023

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



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

Pembimbing,



Dr. Irdawati, S.Si., M.Si.
NIP. 1971043020011220011

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta kesehatan sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi yang berjudul "Formulasi Konsorsium Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro Secara Bikultur dalam Produksi Enzim Xilanase". Shalawat beserta salam untuk Rasulullah Muhammad SAW junjungan umat seluruh alam.

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

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Irdawati, M.Si., Pembimbing yang telah memberikan waktu, fikiran dan tenaga untuk membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, M.Biomed dan Ibu Dezi Handayani, S.Si., M.Si. Tim penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi.
3. Ibu Dra. Des M, M.Si. Penasihat Akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan selama proses perkuliahan.
4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, M.Biomed, Ketua Departemen Biologi.
5. Bapak dan Ibu Dosen, Pimpinan, dan Staf Jurusan Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
6. Kedua orang tua yang selalu mendukung penulis.
7. Seluruh rekan tim penelitian payung xilanase.
8. Sahabat, dan orang-orang terdekat yang selalu memberikan dukungan

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi semua orang yang membacanya.

Padang, 13 Februari 2023

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. DASAR TEORI.....	6
A. Enzim Xilanase	6
B. Bakteri Termofilik.....	8
C. Kompatibilitas dan Konsorsium Bakteri.....	10
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	13
A. Jenis Penelitian.....	13
B. Waktu dan Tempat Penelitian	13
C. Alat dan Bahan.....	13
D. Prosedur Penelitian	14
E. Pengamatan	17
F. Analisis Data	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil.....	19
B. Pembahasan	21
BAB V. PENUTUP	26
A. Kesimpulan.....	26
B. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Variasi Isolat Bakteri.....	17
2. Hasil Uji Kompabilitas Konsorsium Bakteri Termofilik SSA.....	19
3. Nilai Rata-rata Produksi Xilanase pada Variasi Konsorsium Bakteri secara Bikultur	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Kurva Standar Xilosa	30
2. Data Hasil Konsorsium Bakteri Termofilik SSA secara Bikultur dalam Produksi Enzim Xilanase	31
3. Dokumentasi	33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Enzim adalah protein yang bertindak sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi kimia dengan menurunkan energi aktivasi. Pemanfaatan enzim sebagai biokatalisator memiliki keuntungan, seperti meningkatkan efisiensi reaksi katalis sehingga dapat menghemat energi, serta bersifat *biodegradable*, hal ini baik untuk lingkungan (Al-Maqdi, 2021). Enzim diproduksi oleh organisme hidup untuk meningkatkan laju reaksi kimia yang diperlukan oleh kehidupan (Li, 2012). Enzim dan mikroorganisme dapat dimanfaatkan dalam bidang industri, kimia, pangan dan pakan, bahan pembersih, kertas, tekstil, dan bioenergi (Yadav, 2019). Mikroorganisme seperti ragi, jamur, dan bakteri dapat memproduksi enzim. Terdapat beberapa kelebihan dari aplikasi enzim dalam bidang industri, yaitu produk menjadi mudah terurai, energi yang dibutuhkan lebih sedikit, juga tidak menghasilkan limbah saat produksi (Frazzetto, 2003).

Enzim yang berpotensi pada bidang industri salah satunya adalah xilanase (Shahi, 2016). Beg (2001) berpendapat, Substrat enzim xilanase yang merupakan xilan adalah polisakarida alami kedua paling melimpah di alam. Xilanase bisa dimanfaatkan untuk menghilangkan residu lignin dan hemiselulosa serta digunakan sebagai *biobleaching*. (Shahi, 2016). Collin (2002) juga mengemukakan bahwa xilanase digunakan dalam pengolahan sampah, menghasilkan energi terbarukan, juga menurunkan penggunaan klorin di industri kertas yang berbahaya bagi lingkungan.. Xilanase diproduksi oleh mikroorganisme salah satunya bakteri (Gilbert, 1993). Bakteri termofilik menjadi

perhatian bagi sektor industri dalam produksi enzim xilanase, karena kemampuannya yang bisa mentoleransi suhu dan pH ekstrim (Basit, 2018).

Bakteri termofilik merupakan mikroorganisme yang dapat hidup pada suhu tinggi (Elnasser, 2006). Bakteri termofilik termasuk bakteri yang baik untuk produksi enzim termostabil atau enzim yang tahan terhadap suhu tinggi. Keunggulan dari enzim tersebut yaitu, menambah kecepatan reaksi, memperkecil terjadinya kontaminasi, sifatnya yang stabil dapat membuat waktu penyimpanannya lebih lama (Mahestri, 2021). Enzim xilanase termasuk sebagai salah satu enzim termostabil hasil produksi bakteri termofilik (Susilowati, 2012).

Struktur sel bakteri termofilik secara umum memiliki kelebihan apabila dibandingkan dengan bakteri lainnya, yaitu mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan yang bersifat ekstrim, seperti suhu, kadar garam, pH, tekanan dan oksigen, dimana jenis bakteri lain tidak dapat bertahan hidup. Penyebab bakteri termofilik dapat mempertahankan aktivitas kehidupannya di lingkungan yang ekstrim karena dukungan struktur selnya (Pramiadi, 2014). Habitat dari bakteri termofilik adalah letusan hidrotermal, sumber air panas, dan timbunan kompos (Nuritasari, 2017).

Beberapa penelitian mengenai bakteri termofilik dari sumber air panas telah dilakukan. Kambourova, (2018) mendapatkan *Anoxybacillus flavithemus* di sumber air panas Bulgaria. Stabilitasnya di suhu tinggi membuat bakteri tersebut stabil untuk menghidrolisis xilan sebesar 26,1%. Penelitian Ulucay, (2021) mengeksplorasi sumber air panas di Turki dan menemukan *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis*. Ketiganya dapat memproduksi enzim xilanase tetapi *Bacillus subtilis* yang tertinggi dengan aktivitas xilanase sebesar

9.4 U/ml. Irdawati, (2016) menemukan 19 isolat bakteri termofilik di Sumber Air Panas Mudik Sapan Kabupaten Solok Selatan. Isolat yang mampu memproduksi enzim xilanase tertinggi yaitu MS 18 sebesar 52,74 U/ml.

Penelitian Irdawati, (2018) mendapatkan 16 isolat bakteri termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro di Kabupaten Solok Selatan. Setelah diidentifikasi, isolat tersebut merupakan *Bacillus* sp. Aktifitas xilanolitiknya diuji secara monokultur. Terdapat 5 isolat dengan indeks xilanolitik tertinggi, antara lain SSA 2 (0,74), SSA 4 (0,61), SSA 3 (0,58), SSAS 6 (0,46), dan SSA 7 (0,40). Campuran bakteri ditemukan berlimpah di alam (Padmaperuma, 2020). Menurut Deng (2016), kultur campuran atau kokultur dapat menghasilkan enzim xilanase dengan kemampuan hidrolisis yang lebih tinggi. Hal itu disebabkan oleh kerja bakteri yang saling melengkapi.

Kombinasi kultur campuran cenderung memiliki kemampuan untuk memanfaatkan substrat sebagai sumber energi lebih baik daripada kultur murni (Dhillona, 2011). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa aktivitas campuran bakteri (atau konsorsium) dalam degradasi lignoselulosa lebih tinggi daripada monokultur karena masing – masing *strain* saling bekerjasama (Kato, 2004). Hal ini dijelaskan oleh penelitian Deng & Wang (2016) bahwa bakteri pada kultur campuran sinergis memiliki aktivitas metabolisme yang lebih tinggi dibandingkan dengan kultur murni, menunjukkan adanya persaingan dalam konsumsi nutrisi, sehingga menyebabkan penurunan rendemen gula fermentasi selama inkubasi kokultur. Adanya kompatibilitas dari dua bakteri atau lebih yang diinokulasikan merupakan faktor yang sangat penting supaya bakteri tersebut dapat bekerjasama dengan baik (Elfiati, 2005). Kompatibilitas bakteri adalah asosiasi antara dua

genus atau spesies bakteri tertentu yang tidak saling mengganggu satu sama lainnya. Bakteri yang kompatibel atau sinergis tidak saling mengganggu satu sama lainnya, melainkan saling menguntungkan serta berbagi sumber nutrisi yang sama dalam media hidup yang sama (Asri & Zulaika, 2016).

Pada penelitian Vu, (2022) menyimpulkan bahwa produksi enzim xilanase dari konsorsium bikultur (*Bacillus subtilis* dengan *Bacillus coagulans* sebesar 2,692 U/ml, serta *Bacillus coagulans* dengan *Bacillus cereus* sebesar 2,440 U/ml) dan trikultur (*Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, dan *Bacillus cereus* sebesar 2,428 U/ml) 2-3 kali lebih tinggi daripada monokultur (*Bacillus subtilis* 2,081 U/ml, *Bacillus coagulans* 0,989 U/ml, *Bacillus cereus* 1,157 U/ml). Zhang (2016), berpendapat campuran mikroba mampu meningkatkan aktivitas dan produksi xilanase.

Potensi konsorsium bakteri termofilik yang bisa memproduksi enzim xilanase lebih tinggi daripada monokultur, mendorong untuk dilakukannya formulasi konsorsium bakteri SSA (Sapan Sungai Aro) secara bikultur. Akan tetapi, dibutuhkan uji kompatibilitas terlebih dahulu untuk mengetahui apabila antar isolat bersifat sinergis. Sehingga, pada penelitian ini akan membahas “Formulasi Konsorsium Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro Secara Bikultur dalam Produksi Enzim Xilanase”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro ?
2. Bagaimanakah formulasi optimum konsorsium bakteri termofilik secara bikultur dalam produksi enzim xilanase?

C. Tujuan Penelitian

1. Menentukan kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro.
2. Menentukan formulasi konsorsium bakteri termofilik bikultur yang optimum dalam produksi enzim xilanase.

D. Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan baru dalam bidang mikrobiologi.
2. Menambah informasi mengenai kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro
3. Memberikan informasi mengenai formulasi konsorsium bakteri termofilik dalam produksi enzim xilanase.
4. Menambah wawasan mengenai manfaat konsorsium bakteri termofilik dalam produksi enzim xilanase
5. Menjadi salah satu acuan penelitian konsorsium bakteri termofilik pada penelitian selanjutnya.