

**KEMAMPUAN KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK  
DARI SUMBER AIR PANAS MUDIAK SAPAN DALAM  
MENGHASILKAN BIOFUEL**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh

**PUTRI RACHMA AULIYA**

**19032041/ 2019**

**DEPARTEMEN BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2023**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### KEMAMPUAN KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS MUDIAK SAPAN DALAM MENGHASILKAN BIOFUEL

Nama : Putri Rachma Auliya  
NIM/TM : 19032041/2019  
Program Studi : Biologi  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 7 Februari 2023

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.  
NIP. 19750815 2006042 001

Disetujui oleh :  
Pembimbing



Dr. Irdawati S.Si., M.Si  
NIP. 19710430 200112 2 001

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI


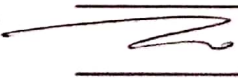
Nama : Putri Rachma Auliya  
NIM/TM : 19032041/2019  
Program Studi : Biologi  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### KEMAMPUAN KONSORSIUM TRIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS MUDIAK SAPAN DALAM MENGHASILKAN BIOFUEL.

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

Padang, 7 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 : Putri Rachma Auliya

NIM/TM : 19032041/2019

Program Studi : Biologi

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

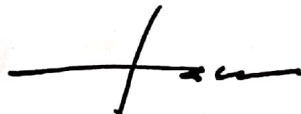
Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “Kemampuan Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan Dalam Menghasilkan Biofuel” adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang 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, 7 Februari 2023

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Biologi

2



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.  
NIP. 19750815 2006042 001

Saya yang menyatakan,



Putri Rachma Auliya  
NIM.19032041

# **Kemampuan Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan Dalam Menghasilkan Biofuel**

**Putri Rachma Auliya**

## **ABSTRAK**

Biofuel merupakan energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Bentuk biofuel yang paling populer saat ini ialah biodiesel dan bioetanol. Biofuel dianggap sebagai alternatif yang cocok untuk bahan bakar fosil karena biofuel lebih ramah lingkungan. Produksi bioetanol yang memanfaatkan mikroorganisme termofilik lebih menguntungkan karena mikroba termofilik pada umumnya memiliki karakteristik mampu menggunakan berbagai macam substrat, rendah kontaminasi, dan tahan terhadap suhu tinggi. Pemanfaatan konsorsium mikroba cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal untuk mengoptimalkan hasil bioetanol. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kompatibilitas dan kemampuan konsorsium trikultur bakteri termofilik terbaik dari sumber air panas Mudiak Sapan dalam menghasilkan biofuel.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, untuk menguji isolat konsorsium bakteri termofilik penghasil bioetanol dilakukan uji kompatibilitas dengan metode disk diffusion, lalu memfermentasi isolat konsorsium dengan medium TMM (Thermophilic Minimum Media) cair dan kadar bioetanol diukur menggunakan alat destilasi.

Hasil penelitian ini diperoleh isolat konsorsium cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan isolat tunggal. Konsorsium trikultur bakteri termofilik terbaik dari sumber air panas Mudiak Sapan dalam menghasilkan biofuel yaitu MS 12, 17, 18 menghasilkan kadar bioetanol sebesar 0,863%.

**Kata Kunci :** Bakteri Termofilik, Bioetanol, Biofuel, Kompatibilitas, Konsorsium

# **The Ability of the Thermophilic Bacteria Triculture Consortium From Mudiak Sapan Hot Springs to Produce Biofuel**

**Putri Rachma Auliya**

## **ABSTRACT**

Biofuel is an alternative energy to replace fossil fuels. The most popular forms of biofuels today are biodiesel and bioethanol. Biofuels are considered as a suitable alternative to fossil fuels because they are more environmentally friendly. Production of bioethanol utilizing thermophilic microorganisms is more profitable because thermophilic microbes generally have the characteristics of being able to use a variety of substrates, low contamination, and resistance to high temperatures. The use of microbial consortia tends to give better results than the use of single isolates to optimize bioethanol yields. The purpose of this study was to determine the compatibility and ability of the best thermophilic bacterial triculture consortium from the Mudiak Sapan hot springs in producing biofuel.

This research was a descriptive study. To test the isolates of the thermophilic bacteria producing bioethanol, a compatibility test was carried out using the disk diffusion method, then the consortium isolates were fermented with liquid TMM (Thermophilic Minimum Media) medium and the bioethanol content was measured using a distillation apparatus.

The results of this study showed that consortium isolates tended to give better results than single isolates. The best thermophilic bacterial triculture consortium from Mudiak Sapan hot springs in producing biofuels namely MS 12, 17, 18 produced bioethanol content of 0,863%.

**Keywords** : Bioethanol, Biofuel, Compatibility, Consortium, Thermophilic Bacteria

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Kemampuan Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan Dalam Menghasilkan Biofuel**”. Shalawat beriring salam untuk arwah Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam.

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

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Irdawati S.Si., M.Si sebagai pembimbing, yang telah memberikan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Irma Leilani Eka Putri S.Si., M.Si , Penasehat Akademik yang telah membimbing dan memberi nasehat serta dorongan selama proses perkuliahan.
3. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed dan Ibu Dezi Handayani, M.Si , Tim dosen penguji yang telah memberikan kritikan dan saran dalam penulisan skripsi.
4. Bapak/Ibu dosen staf jurusan Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi.
5. Kedua orang tua, Ibunda Murni dan Ayahanda Alm. Chaerul Akmal, Kakak tercinta Amal Awallya serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
6. Semua teman-teman tim penelitian Biofuel (Naya, dq, fahra) dan tim penelitian Xylanase, terimakasih untuk semua bantuan dan dukungannya. Penulis

bersyukur bisa berproses bersama kalian semua, yang telah mengajarkan banyak hal pada penulis.

7. Keluarga besar Koloni Biologi 19 yang selalu memberikan dukungan serta doanya.

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

Padang, 31 Januari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB I</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II</b> .....	6
A. Bioetanol Sebagai Biofuel .....	6
B. Bakteri Termofilik .....	8
C. Konsorsium bakteri dan Kompabilitas.....	12
D. Merode Destilasi .....	14
<b>BAB III</b> .....	18
A. Jenis Penelitian .....	18
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
C. Alat dan Bahan .....	18
D. Prosedur Penelitian .....	19
E. Pengamatan .....	21
F. Analisis Data .....	22
<b>BAB IV</b> .....	23
A. Hasil .....	23
B. Pembahasan .....	25
<b>BAB V</b> .....	30
A. Kesimpulan .....	30
B. Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
<b>LAMPIRAN</b> .....	36

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Alat Destilasi .....	16
2. Kadar Biotanol Konsorsium Bakteri .....	24

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Potensi Biofuel di Indonesia .....	6
2. Hasil Uji Kompabilitas Kombinasi Isolat MS .....	23
3. Kadar Bioetanol dari Isolat Konsorsium Trikultur .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Uji Kompabilitas Konsorsium Bakteri Termofilik Isolat MS .....	36
2. Kadar bioetanol isolat bakteri termofilik dari hasil fermentasi.....	37
3. Dokumentasi Penelitian .....	43
4. Hasil Destilasi .....	46

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Energi dibutuhkan bagi aktivitas manusia terutama untuk kegiatan perekonomian, rumah tangga, industri, bisnis serta transportasi. Sebagian besar suplai energi di dunia berasal dari bahan bakar fosil yang merupakan sumber daya non terbarukan. Kebutuhan energi diperkirakan terus meningkat, sementara sumber cadangan minyak bumi dan batu bara jumlahnya semakin menipis. Penggunaan bahan bakar fosil sebagai energi berkontribusi terhadap kelebihan karbon di atmosfer sehingga menyebabkan pemanasan global maka perlu adanya suplai dari energi alternatif selain minyak bumi dan batu bara (Setyono, 2019).

Bahan bakar fosil telah digunakan sebagai sumber energi utama selama bertahun-tahun, tetapi penggunaannya tidak terbarukan dan menimbulkan masalah lingkungan. Tantangan ini memungkinkan untuk menggantikan bahan bakar fosil dengan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti biofuel. Bahan bakar hayati (Biofuel) merupakan energi yang dihasilkan oleh proses biologis dari biomassa organisme seperti bakteri, mikroalga, dan tumbuhan (Radionova *et al.*, 2016). Bentuk biofuel yang paling populer saat ini ialah bioetanol dan biodiesel (Amy *et al.*, 2012).

Biofuel dihasilkan langsung dari tanaman dan mikroorganisme. Biofuel dapat dibagi menjadi tiga generasi. Generasi pertama biofuel adalah produksi etanol dari pati tanaman pangan seperti gandum, barley, jagung, kentang, tebu, atau biodiesel dari kedelai, bunga matahari dan lemak hewani. Biofuel generasi kedua adalah produksi bioethanol dan biodiesel dari beberapa jenis limbah tanaman seperti jerami, rumput dan kayu. Biofuel generasi ketiga adalah produksi bioetanol dari

mikroalga dan mikroorganisme (Rodionova *et al.*, 2016). Mikroorganisme termofilik untuk produksi bioetanol diantaranya yaitu bakteri dan jamur yang paling banyak dimanfaatkan untuk memproduksi bioetanol yaitu bakteri termofilik (Riyanti, 2011).

Mikroorganisme termofilik merupakan mikroorganisme yang dapat hidup pada temperatur suhu 45°C–88°C. Mikroorganisme termofilik mengandung protein tahan panas dan tahan denaturasi sehingga mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan bersuhu ekstrim (Firliani *et al.*, 2015). Salah satu keuntungan dari mikroorganisme termofilik dalam dunia industri yaitu produksi bioetanol (Martosuyono *et al.*, 2005).

Proses produksi bioetanol yang memanfaatkan mikroorganisme termofilik memiliki beberapa keuntungan. Mikroba termofilik pada umumnya memiliki karakteristik mampu menggunakan berbagai macam substrat, bakteri termofilik mampu bertahan dan berkembang dalam kondisi suhu tinggi karena protein bakteri termofilik lebih stabil dan tahan panas dibandingkan dengan bakteri mesofil (Mawati *et al.*, 2021). Bioproses suhu tinggi menawarkan pengurangan risiko kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan (Gerald *et al.*, 2019). Jenis bakteri termofilik penghasil bioetanol *Bacillus* sp. , *Clostridium* sp. (Matsuryono, 2005).

Berdasarkan hasil penelitian Martosuyono *et al.* (2005) melakukan pengujian terhadap kemampuan produksi bioetanol dari bakteri termofilik yaitu *Bacillus caldoxyloliticus* dan *Geobacillus thermoleovorans* hasil penelitian menunjukkan ketiga isolat memiliki kemampuan menghasilkan bioetanol sebesar 0.025% - 0.24%.

Bakteri termofilik dapat ditemukan pada berbagai tempat di alam, seperti sumber-sumber air panas, daerah aktifitas gunung berapi, maupun di dasar laut yang memiliki sumber mata air panas. Salah satu sumber air panas bumi yang terdapat di Sumatera Barat, yaitu sumber air panas Mudiak Sapan, Jorong Balun, Nagari Pakan Rabaa, Kecamatan Koto Parik Gadang di Ateh. Sumber air panas ini memiliki suhu 93°C dengan pH 8 (Irdawati, 2017).

Mikroorganisme yang terdapat di alam tidak hanya berada dalam bentuk tunggal tetapi campuran. Konsorsium merupakan campuran populasi mikroba dalam bentuk komunitas yang mempunyai hubungan kooperatif, komensal, dan mutualistik. Anggota komunitas yang mempunyai hubungan akan berasosiasi. Hubungan antar bakteri konsorsium dalam keadaan substrat yang mencukupi tidak akan saling mengganggu, tetapi saling bersinergi sehingga menghasilkan efisiensi perombakan yang lebih tinggi selama proses pengolahan. Kultur bakteri yang digunakan sebagai konsorsium harus kompatibel. (Asri *et al.*, 2016).

Kompatibilitas bakteri adalah asosiasi antara dua genus atau spesies bakteri tertentu yang tidak saling mengganggu satu sama lainnya, akan tetapi kegiatan masing-masing genus atau spesies justru saling menguntungkan. Kompatibilitas atau sinergisme dari dua bakteri atau lebih yang diinokulasikan merupakan faktor yang sangat penting sehingga bakteri tersebut dapat bekerjasama dengan baik (Asri *et al.*, 2016). Konsorsium bakteri dikatakan kompatibel jika tidak ada zona penghambatan antar isolat bakteri (Fitriasari *et al.*, 2020).

Penggunaan konsorsium mikroba cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal, karena diharapkan kerja enzim dari tiap jenis mikroba dapat saling melengkapi untuk dapat bertahan hidup menggunakan

sumber nutrien yang tersedia dalam media pembawa tersebut (Asri, 2016). Menurut Donato (2019) Co-culture *Clostridium thermocellum* dan *Clostridium thermolacticum* menghasilkan bioetanol lebih tinggi yaitu 0.53% dibandingkan dengan monokultur *Clostridium thermocellum* yaitu 0.38%. Pada penelitian Vinotha *et al.*, (2019) melaporkan konsorsium bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus clausii* menghasilkan etanol 1,32%-1,44%.

Penelitian yang dilakukan oleh Agusri (2022) menggunakan isolat tunggal dengan bakteri termofilik MS (Mudiak Sapan) yaitu sebanyak 12 isolat menghasilkan empat isolat tertinggi diantaranya MS-9, MS-12, MS-17, MS-18. Hasil yang paling tinggi yaitu MS- 9 menghasilkan bioethanol sebesar 1.0001%. Ke empat isolat tersebut digunakan dalam penelitian ini sebagai isolat terpilih untuk produksi bioetanol konsorsium. Penggunaan konsorsium mikroba diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal, karena kerja enzim dari tiap jenis mikroba dapat saling melengkapi (Asri, 2016).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian tentang “Kemampuan Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan dalam Menghasilkan Biofuel”.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik dari sumber air panas Mudiak Sapan dalam menghasilkan biofuel?
2. Bagaimana kemampuan konsorsium trikultur bakteri termofilik dari sumber air panas Mudiak Sapan dalam menghasilkan biofuel ?



### **C. Tujuan Penelitian**

1. Menentukan kompatibilitas isolat konsorsium bakteri termofilik dari sumber air panas Mudiak Sapan dalam menghasilkan biofuel
2. Menentukan konsorsium trikultur bakteri termofilik terbaik dari sumber air panas Mudiak Sapan dalam menghasilkan biofuel.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang mikrobiologi
2. Memberikan informasi bahwa kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik berpengaruh terhadap produksi biofuel
3. Memberikan informasi bahwa konsorsium trikultur bakteri termofilik dari sumber air panas Mudiak Sapan mampu memberikan hasil lebih baik dalam menghasilkan biofuel