

**PENGARUH KONSORSIUM BIKULTUR BAKTERI
TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS MUDIAK SAPAN
TERHADAP PRODUKSI BIOFUEL**

SKRIPSI



**FAHRA
NIM.19032064/2019**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

**PENGARUH KONSORSIUM BIKULTUR BAKTERI
TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS MUDIAK SAPAN
TERHADAP PRODUKSI BIOFUEL**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Sains*



**FAHRA
NIM.19032064/2019**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH KONSORSIUM BIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS MUDIAK SAPAN TERHADAP PRODUKSI BIOFUEL

Nama : Fahra
NIM/TM : 19030264/2019
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


Padang, 8 Februari 2023

Mengetahui:
Ketua Departemen Biologi



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

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Irdawati, M.Si.,
NIP.19710430200112 2001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

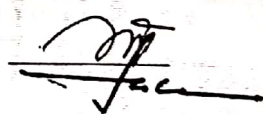
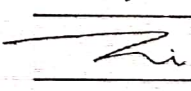
Nama : Fahra
NIM/TM : 19032064/2019
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH KONSORSIUM BIKULTUR BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AJR PANAS MUDIAK SAPAN TERHADAP PRODUKSI BIOFUEL

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

Padang, 8 Februari 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Irdawati, 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 : Fahra

NIM/TM : 19032064/2019

Program Studi : Biologi

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul "Pengaruh Konsorsium Bikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan Terhadap Produksi 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, 8 Februari 2023

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Biologi



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

Saya yang menyatakan,



Fahra
NIM.19032064

Pengaruh Konsorsium Bikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan Terhadap Produksi Biofuel

Fahra

ABSTRAK

Biofuel dapat diartikan sebagai bahan bakar dalam bentuk gas, cair maupun padat yang berasal dari biomassa terdiri dari biogas, biodiesel dan bioetanol. Bioetanol adalah bahan bakar hayati yang diproduksi melalui proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Salah satunya bakteri termofilik yang memiliki keuntungan tingkat kontaminasi rendah, produk bioetanol yang dihasilkan lebih tinggi. Bakteri yang berada di alam tidak hanya dalam bentuk tunggal namun juga ada dalam bentuk campuran yang disebut konsorsium. Dalam konsorsium adanya interaksi bakteri yang saling menguntungkan menandakan isolat tersebut kompatibel dan mampu bekerjasama dengan baik. Menggunakan konsorsium dengan bakteri yang kompatibel memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan menggunakan isolat tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kompatibilitas konsorsium bakteri termofilik dan mengetahui pengaruh konsorsium bakteri termofilik dari air panas Mudiak Sapan terhadap hasil biofuel.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Untuk menguji kerjasama antar isolat dilakukan uji kompatibilitas dengan metode *disk diffusion*. Lalu isolat konsorsium bikultur bakteri termofilik difermentasi pada medium TMM cair (*Thermophilic Minimum Media*) dan kadar bioetanol diukur dengan alat destilasi.

Hasil penelitian ini diperoleh keenam pasang isolat konsorsium mampu bekerja sama dengan baik secara fisiologis. Dengan hasil kadar bioetanol tertinggi konsorsium bikultur bakteri termofilik dari sumber air panas mudiak sapan yaitu MS 9 dengan MS 12 sebesar 1,0003%.

Kata Kunci : Bakteri Termofilik, Bioetanol, Biofuel, Konsorsium Bakteri.

Effect of Thermophilic Bacterial Biculture Consortium from Mudiak Sapan Hot Springs on Biofuel Production

Fahra

ABSTRACT

Biofuel can be interpreted as fuel in gaseous, liquid or solid form derived from biomass consisting of biogas, biodiesel and bioethanol. Bioethanol is a biofuel produced through a fermentation process with the help of microorganisms. One of them is thermophilic bacteria that have the advantage of low contamination rates, higher bioethanol products produced. Bacteria that exist in nature are not only in a single form but also exist in a mixed form called a consortium. In a consortium, the existence of mutually beneficial bacterial interactions indicates that the isolates are compatible and able to work well together. Using a consortium with compatible bacteria gives better results than using a single isolate. This study aims to determine the compatibility of thermophilic bacterial consortiums and determine the effect of thermophilic bacterial consortiums from Mudiak Sapan hot water on biofuel yields.

This research is a descriptive research. To test the cooperation between isolates, compatibility tests were carried out with the disk diffusion method. Then the isolates of the thermophilic bacterial biculture consortium were fermented on liquid TMM medium (*Thermophilic Minimum Media*) and bioethanol levels were measured with a distillation device.

The results of this study obtained that the six pairs of consortium isolates were able to work well together physiologically. With the highest bioethanol content of the thermophilic bacterial biculture consortium from the mudiak sapan hot spring, namely MS 9 with MS 12 of 1.0003%.

Keywords: Thermophilic Bacteria, Bioethanol, Biofuel, Bacteria Consortium.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Pengaruh Konsorsium Bikultur Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan Terhadap Produksi 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, M.Si sebagai pembimbing dan penasihat akademik, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan selama perkuliahan, memberikan waktu, fikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dengan sangat sabar saat penyelesaian skripsi.
2. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed sebagai dosen penguji dan ketua Departemen Biologi yang telah membantu dan memberikan arahan, saran dan kritikan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
3. Ibu Dezi Handayani, M.Si sebagai dosen penguji yang telah membantu dan memberikan arahan, saran dan kritikan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu dosen, staf jurusan Biologi yang telah membantu untuk kelancaran

penulisan skripsi ini.

5. Kedua orang tua tercinta, Ibunda Radhiatul Husni dan Ayahanda Alm. Suwarnen, adik tercinta Tesya Khairun Nisa serta keluarga lainnya, untuk do'a dan dukungan yang selalu mengiringi setiap perjalanan penulis, serta kucing-kucingku yang memberi semangat penulis melalui tingkah lucunya.
6. Kepada sahabat (saudari Reza Sapitri dan Indrawani Matondang) atas dukungan dan semangat serta doa yang selalu diucapkan yang sudah seperti saudara.
7. Semua teman-teman tim penelitian biofuel dan xylanase, terimakasih untuk semua bantuan dan dukungannya. Penulis bersyukur bisa berproses bersama kalian semua, yang telah mengajarkan banyak hal pada penulis.
8. Kepada diri sendiri terimakasih sudah berjuang, tetap semangat dan yakin menghadapi segala situasi, dan terimakasih tidak pernah berhenti.

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, 6 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Konsorsium Bakteri dan Kompabilitas	7
B. Bakteri Termofilik.....	9
C. Biofuel.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Jenis Penelitian.....	18
B. Waktu dan Tempat Penelitian	18
C. Alat dan Bahan.....	18
D. Prosedur Penelitian.....	19
E. Analisis Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Hasil	23
B. Pembahasan.....	25
BAB V PENUTUP.....	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Uji Kompatibilias Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas	23
2. Nilai Rata-Rata Konsorsium Bikultur Bakteri Termofilik	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Hasil Uji Kompatibilias Bakteri Termofilik	39
2. Kadar Bioetanol konsorsium bakteri termofilik hasil fermentasi	40
3. Perhitungan Hasil Destilasi Bakteri Termofilik.....	41
4. Dokumentasi Penelitian	45

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Produksi minyak bumi di Indonesia saat ini tidak dapat mengimbangi kebutuhan bahan bakar minyak nasional, sehingga harus mengimpor minyak (minyak mentah dan BBM) untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat. Dari data Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan penggunaan minyak bumi di Indonesia sebesar 54%, gas bumi sebesar 26,5% dan batu bara sekitar 14% dari total penggunaan energi (ESDM, 2005). Solusi energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi nasional sedang dikembangkan sebagai pengganti bahan bakar selain minyak bumi (Winaya *et al.*, 2002). Energi alternatif dapat dikembangkan melalui pengolahan sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti biofuel. Biofuel dapat diartikan sebagai bahan bakar dalam bentuk gas, cair maupun padat yang berasal dari biomassa (Patil *et al.*, 2008).

Biomassa dapat diperoleh dari daratan maupun perairan yang sumber daya biotanya beranekaragam sehingga bisa dijadikan bahan baku biofuel. Biofuel juga dapat digunakan secara langsung pada mesin-mesin yang ada dan mencampurnya dengan solar (*petroleum diesel*). Biofuel generasi pertama umumnya berasal dari tanaman pangan (*food crops*) dan biofuel generasi kedua dibuat dari bahan non pangan. Biofuel generasi ketiga diproduksi dari alga karena dapat tumbuh di perairan sehingga tidak bersaing dengan lahan pertanian. Beberapa peneliti menemukan alternatif biofuel (biodiesel, bioethanol dan biogas) menggunakan biomassa mikro dan makroalga (Ashokkumar *et al.*, 2017)

Biofuel generasi pertama (G1) dihasilkan dari tanaman yang menghasilkan gula sederhana (tebu dan sorgum manis) maupun tanaman yang menghasilkan pati (jagung, ubi kayu dan gandum). Biofuel generasi kedua (G2) dihasilkan dari biomassa lignuselulosa seperti limbah pertanian, perkebunan dimana bahan baku yang dapat digunakan yaitu jerami padi, bagas tebu, tongkol jagung dan lain-lain. Sedangkan biofuel generasi ketiga (G3) berasal dari alga (mikroalga dan makroalga) dengan bantuan mikroba untuk proses fermentasinya seperti biomassa *Chlorococcum humicola* dengan bantuan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* (Sudiyani, 2019).

Hasil penelitian mengenai produksi bioetanol sudah banyak dipublikasikan menggunakan berbagai strain mikroorganisme seperti ragi (*yeast*), jamur dengan sumber karbon berbeda dan bakteri (Dien *et al.*, 2003; Desai *et al.*, 2004; Demain *et al.*, 2005). Mikroorganisme yang digunakan dalam pembuatan bioetanol yaitu *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis* dimana keduanya termasuk ke dalam golongan mesofilik, dan memiliki kelemahan yaitu suhu pertumbuhan yang berkisar antara 30-37⁰ C. Mengakibatkan pemisahan pada etanol membutuhkan suplai energi karena penyulingan dilakukan pada suhu 70-80⁰ C, penggunaan substrat yang terbatas dalam memproduksi etanol yaitu glukosa (Lynd, 1989).

Karena itu dibutuhkan alternatif mikroba dalam produksi bioetanol salah satunya adalah mikroba termofilik. Mikroorganisme termofilik adalah mikroorganisme yang mampu hidup pada suhu tinggi dengan suhu optimum mencapai lebih dari 60⁰ C (Ratri *et al.*, 2009) serta mampu bereproduksi dan beraktivitas di lingkungan tersebut (Vanadianingrum, 2008). Kelebihan lainnya dari mikroba termofilik memiliki sifat fisik medium yang menunjukkan penurunan

tegangan permukaan dan viskositas serta peningkatan kelarutan substrat dan difusi pada suhu tinggi (Tolner *et al.*, 1997). Kemudian tingkat kontaminasi yang dihasilkan bakteri termofilik rendah, produk yang dihasilkan lebih tinggi, suplai energi untuk pemisahan produk lebih rendah dan kemungkinan untuk fermentasi secara simultan dari polisakarida menjadi etanol (Lynd, 1989).

Penelitian Martusuyono, (2005) menguji tiga bakteri yaitu dua bakteri *Bacillus caldxylophilus* dan satu bakteri *Geobacillus thermoleovorans*. Ketiga bakteri ini diisolasi dalam fase termogenik (suhu 60-80⁰ C) dan mempunyai karakteristik penghasil etanol. Pada kondisi fermentasi aerobik ketiga isolat bakteri mampu menghasilkan etanol sebesar 0,2-1,9 g/l. *Clostridium acetobutylicum* adalah mikroorganisme yang mampu mengkonversi bioethanol dari bahan ligniselulosa rumput gajah hingga kadar sampel 96,24% dengan produksi bioethanol 33,3 gr per 1 kg substrat (Ruso *et al.*, 2011). Termasuk *Clostridium thermocellum* yang juga memiliki kemampuan selulosa dan difermentasi untuk menghasilkan etanol pada temperatur 60⁰ C. Bioethanol dari *C.thermocellum* efisien karena dapat menghidrolisis selulosa dari mekanisme konvensional dan dapat meningkatkan asimilasi oligosakarida hasil pemecahan selulosa (Zhang *et al.*, 2005).

Penelitian Ridha, (2022) menggunakan 12 isolat monokultur bakteri yang difermentasi dan kemudian hasilnya di destilasi serta diukur kadar bioethanolnya. Isolat yang digunakan adalah 12 isolat bakteri termofilik yaitu MS 4, MSS 5, MSS 8, MS 9, MSS 10, MSS 11, MS 11, MS 12, MSS 15, MS 16, MS 17, dan MS 18. Hasilnya menunjukkan isolat monokultur yang berpotensi untuk memproduksi bioethanol dengan hasil tertinggi adalah isolat MS 9 dengan nilai rata-rata bioethanol

yaitu 1,0001%.

Bakteri yang berada di alam tidak hanya dalam bentuk tunggal namun juga ada campuran dari berbagai jenis bakteri yang sering disebut sebagai konsorsium bakteri. Menggunakan konsorsium bakteri hasilnya lebih baik dibandingkan dengan menggunakan isolat tunggal. Enzim yang bekerja pada konsorsium bakteri memungkinkan kerjasama penggunaan nutrisi yang tersedia untuk bertahan hidup (Komarawidjaja, 2009). Dalam konsorsium tentu ada interaksi-interaksi antar mikroorganisme yang bersifat menguntungkan dan merugikan (Millati, 2018). Interaksi antar mikroorganisme yang bersifat saling menguntungkan mengindikasikan bahwa kumpulan mikroba tersebut sudah memiliki kompatibilitas (Rifai *et al.*, 2020).

Kompatibilitas merupakan kumpulan dua atau lebih bakteri yang bekerja sama membentuk suatu komunitas yang mempunyai hubungan kooperatif, komensal dan mutualistik. Anggota komunitas yang mempunyai hubungan akan berasosiasi, sehingga lebih berhasil mendegradasi senyawa kimia dibandingkan isolat tunggal (Jovanita *et al.*, 2022). Penggunaan bakteri yang kompatibel memberikan hasil yang lebih baik dari pada isolat tunggal karena kerja enzim dari tiap jenis bakteri dapat saling melengkapi, sehingga bisa bertahan hidup menggunakan sumber nutrisi yang sama dalam media biakan (Siahaan *et al.*, 2013).

Penelitian Vinotha, (2019) menggunakan konsorsium mikroba baru untuk menghasilkan bioetanol yang terdiri dari *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus clausii*, dan *Enterobacter cloacalis* dengan substrat kulit jeruk. Hasil konsorsium bakteri ini meningkatkan produksi bioetanol secara efektif dengan hasil titer bioetanol $10,91 \pm 0,49(\text{g/l})$ atau 1,32%-1,44% dibandingkan dengan hasil

monokultur bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (1,02%-1,21%), *Bacillus clausii* (1,13%-1,15%), dan *Enterobacter cloacalis* (1,15%-1,26%).

Penelitian Scully *et al.*, (2015) menggunakan *co-culture* bakteri *Clostridium thermocellum* / *Clostridium thermolacticum* dengan hasil bioetanol sebanyak 4,19 g/l atau 2,4%. (Kartini, 2016) menyatakan dari hasil penelitiannya mikroorganisme yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi adalah konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* – *Pichia stipitis* dimana hasil bioetanol tertinggi sebesar 2,1% dengan konsentrasi konsorsium 10% dan saat fermentasi jam ke 24.

Produksi bioetanol secara fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu teknik pemisahan produk dari mikroorganisme, pemilihan fermentasi, jenis fermentator yang digunakan, serta jenis mikroorganisme yang akan digunakan. (De Albuquerque *et al.*, 2014). Mikroorganisme merupakan salah satu faktor yang sangat berperan dalam fermentasi etanol. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme berfungsi sebagai biokatalis. Mikroorganisme yang biasa digunakan dalam proses fermentasi ada 2 jenis, yaitu bakteri dan ragi (Febriningrum, 2000). Mikroorganisme yang umum digunakan dalam produksi bioetanol adalah *Saccharomyces belicus*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Aspergillus oryzae* merupakan fungi yang umum digunakan. Sedangkan untuk bakteri yang umum digunakan adalah *Clostridium acetobutylicum*, *Leuconostoc mesenteroides*, dan *Zymomonas mobilis* (Nurhidayat, 2009).

Penelitian Safari *et al.*, (2022) menggunakan konsorsium *Trichoderma viride* dan *Zymomonas mobilis* dengan perbandingan komposisi (*T. viride* : *Z. mobilis*) yaitu 5% : 5%, 10% : 5%, 5% : 10% dan 10% : 10% (w/v). Hasil etanol tertinggi pada konsorsium *T. viride* : *Z. mobilis* (10% : 10%) sebanyak 0,6721 g/l dengan

pretreatment. Dewi *et al.*, (2019) menggunakan *mixed cultures* antara *Zymomonas mobilis* dengan *Pichia stipitis* dengan bioetanol yang dihasilkan sebanyak 0,28%, lebih tinggi dibandingkan monokultur *Zymomonas mobilis*. Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan penelitian tentang “**Pengaruh Konsorsium Bikultur Bakteri Termofilik dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan terhadap Produksi Biofuel**”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah kompatibilitas isolat konsorsium bikultur bakteri termofilik penghasil biofuel?
2. Bagaimanakah formulasi isolat konsorsium bikultur bakteri termofilik yang optimum dalam menghasilkan biofuel?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan kompatibilitas isolat konsorsium bikultur bakteri termofilik penghasil biofuel.
2. Untuk mengetahui formulasi isolat konsorsium bakteri termofilik optimum terhadap produksi biofuel.

D. Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam bidang mikrobiologi.
2. Memberikan informasi tentang uji kompatibilitas isolat konsorsium bikultur bakteri termofilik dari sumber air panas Mudiak Sapan.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh konsorsium bikultur bakteri termofilik terbaik terhadap hasil produksi biofuel.