

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**“PENINGKATAN PRODUKSI BIOETANOL DARI FERMENTASI BUAH
SUKUN DENGAN METODE *FED-BATCH* MENGGUNAKAN BAKTERI
ZYMOMONAS MOBILIS”**



Disusun Oleh :

PUTRA ANUGRAH WIJAYA SETIAWAN

19031010141

Dosen Pembimbing: Ir. Bambang Wahyudi, MS

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2023**



Laporan Hasil Penelitian

"Peningkatan Produksi Bioetanol dari Fermentasi Buah Sukun dengan Metode Fed-Batch Menggunakan Bakteri *Zymomonas Mobilis*"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"PENINGKATAN PRODUKSI BIOETANOL DARI FERMENTASI BUAH
SUKUN DENGAN METODE *FED-BATCH* MENGGUNAKAN BAKTERI
ZYMOMONAS MOBILIS"**

Disusun Oleh :

PUTRA ANUGRAH WIJAYA SETIAWAN

19031010141

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Penguji pada tanggal
31 Juli 2023

Tim Penguji :


Dosen Pembimbing

1.


Prof. Dr. Ir. Sri Redfield, MT.
NIP. 19570314 198603 2 001


Ir. Bambang Wahyudi, MS
NIP. 19580711 198503 1 001

2.


Ir. Retno Dewati, MT
NIP. 19600112 198703 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi S-1 Teknik Kimia
Fakultas Teknik
UPN "Veteran" Jawa Timur



Laporan Hasil Penelitian

“Peningkatan Produksi Bioetanol dari Fermentasi Buah Sukun dengan Metode *Fed-Batch* Menggunakan Bakteri *Zymomonas Mobilis*”



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fax. (031)872257

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa :

Nama : 1. Annisa Az-Zahra Y. NPM : 19031010134
2. Putra Anugrah Wijaya S. NPM : 19031010141

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/ tidak ada revisi *)Proposal / Skripsi / Kerja Praktek, dengan judul :

“Peningkatan Produksi Bioetanol dari Fermentasi Buah Sukun dengan Metode *Fed-Batch* Menggunakan Bakteri *Zymomonas Mobilis*”

Surabaya, 20 Juli 2023


Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT ()

2. Ir. Retno Dewati, MT ()

Mengetahui,

Dosen Pembimbing


Ir. Bambang Wahyudi, MS

NIP. 19580711 198503 1 001

*) Coret yang tidak perlu



Laporan Hasil Penelitian

“Peningkatan Produksi Bioetanol dari Fermentasi Buah Sukun dengan Metode *Fed-Batch* Menggunakan Bakteri *Zymomonas Mobilis*”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah mebersamai penyusun dalam setiap fase penyusunan sehingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul **PENINGKATAN PRODUKSI BIOETANOL DARI FERMENTASI BUAH SUKUN DENGAN METODE *FED-BATCH* MENGGUNAKAN BAKTERI *ZYMOMONAS MOBILIS*** sebagai dalah satu syarat kelulusan.

Penyusun ingin berbagi rasa syukur dengan berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian hingga dapat menyelesaikan laporan penelitian ini, terutama kepada :

1. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Bambang Wahyudi, MS selaku dosen pembimbing penelitian yang telah membimbing proses penulisan laporan hasil penelitian ini.
4. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT selaku dosen penguji dalam penelitian ini.
5. Ir. Retno Dewati, MT selaku dosen penguji dalam penelitian ini.

Penyusun berharap semoga laporan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi. Oleh karena itu, Penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun atas laporan ini. Akhir kata, penyusun mohon maaf kepada semua pihak apabila dalam penyusunan laporan ini penyusun melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak di sengaja.

Surabaya, 8 Juli 2023

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
INTISARI.....	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Etanol.....	4
II.2 Karbohidrat	5
II.3 Pati	5
II.4 Glukosa	6
II.5 Sukun	6
II.6 <i>Zymomonas mobilis</i>	7
II.7 Hidrolisis non-enzimatik	8
II.8 Fermentasi.....	8
II.9 Metode Fermentasi	9
II.10 Kondisi Inhibisi	10
II.11 Produktivitas dan Spesifik Produktivitas.....	10
II.12 Pola Kinetika Pertumbuhan Sel Mikroba dan Pembentukan Produk	11
II.13 Landasan Teori	11
II.13.1 Mekanisme reaksi pada proses fermentasi.....	11
II.13.2 Kinetika fermentasi <i>batch</i>	12
II.13.3 Model kinetika pada fase penyesuaian.....	13



Laporan Hasil Penelitian

“Peningkatan Produksi Bioetanol dari Fermentasi Buah Sukun dengan Metode *Fed-Batch* Menggunakan Bakteri *Zymomonas Mobilis*”

II.13.4 Model kinetika pada fase eksponensial.....	14
II.13.5 Model kinetika pada fase kematian.....	15
II.14 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pembuatan Bioetanol.....	15
II.15 Hipotesa Penelitian	16
BAB III	17
PELAKSANAAN PENELITIAN	17
III.1 Bahan.....	17
III.2 Rangkaian Alat	17
III.3 Variabel	18
III.3.1 Proses Hidrolisis	18
III.3.2 Proses Fermentasi	18
III.3.3 Variabel yang diubah.....	19
III.4 Prosedur Penelitian.....	19
III.4.1 Persiapan Bahan Baku	19
III.4.2 Proses Hidrolisis	19
III.4.3 Pembuatan Starter	19
III.4.4 Proses Fermentasi <i>Batch</i>	20
III.4.5 Proses Fermentasi <i>Fed-Batch</i>	20
III.4.6 Analisa	20
III.5 Diagram Alir Prosedur	22
BAB IV	28
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
IV.1 Analisa Awal Kadar Glukosa.....	28
IV.2 Hasil Penelitian Fermentasi Secara <i>Batch</i>	28
IV.3 Hasil Penelitian Fermentasi Secara <i>Fed-Batch</i>	31
IV.3.1 Pengaruh Waktu Pengumpanan dan Konsentrasi Pengumpanan Terhadap Kadar Glukosa, Kadar Etanol, dan Biomassa.....	31
IV.3.2 Produktivitas dan Spesifik Produktivitas.....	39
BAB V.....	42
KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
V.1 Kesimpulan.....	42



Laporan Hasil Penelitian
“Peningkatan Produksi Bioetanol dari Fermentasi Buah Sukun dengan
Metode *Fed-Batch* Menggunakan Bakteri *Zymomonas Mobilis*”

V.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
APPENDIX	46
LAMPIRAN	48



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Sifat dan karakteristik dasar etanol	4
Tabel II. 2 Klasifikasi bakteri genus <i>zymomonas</i>	7
Tabel II. 3 Kelebihan dan kekurangan beberapa metode fermentasi	9
Tabel IV. 1 Hasil analisa kadar glukosa setelah hidrolisis.....	28
Tabel IV. 2 Hasil analisa kadar glukosa setelah pengenceran	28
Tabel IV. 3 Hasil Analisa Kadar Glukosa, Etanol dan Biomassa Fermentasi Batch	29
Tabel IV. 4 Kadar glukosa, kadar etanol, dan biomassa pada konsentrasi pengumpanan glukosa berbeda pada jam ke-12.....	31
Tabel IV. 5 Kadar glukosa, kadar etanol, dan biomassa pada konsentrasi pengumpanan glukosa berbeda pada jam ke-20.....	32
Tabel IV. 6 Kadar etanol maksimum dan biomassa maksimum pada konsentrasi pengumpanan glukosa berbeda pada jam ke-12.....	39
Tabel IV. 7 Kadar etanol maksimum dan biomassa maksimum pada konsentrasi pengumpanan glukosa berbeda pada jam ke-20.....	40
Tabel IV. 8 Produktivitas dan spesifik produktivitas pada konsentrasi pengumpanan glukosa berbeda pada jam ke-12.....	40
Tabel IV. 9 Produktivitas dan spesifik produktivitas pada konsentrasi pengumpanan glukosa berbeda pada jam ke-20.....	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Komposisi Buah Sukun	7
Gambar II. 2 Pola Kinetika Pertumbuhan Sel Mikroba dan Pembentukan Produk	11
Gambar II. 3 Proses Fermentasi	12
Gambar II. 4 Penetapan waktu penyesuaian (tL) dan nilai μ maksimum	14
Gambar IV. 1 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada fermentasi batch.....	30
Gambar IV. 2 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada penambahan glukosa konsentrasi 6 g/L pada jam ke-12	33
Gambar IV. 3 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada penambahan glukosa konsentrasi 10 g/L pada jam ke-12	34
Gambar IV. 4 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada penambahan glukosa konsentrasi 14 g/L pada jam ke-12	35
Gambar IV. 5 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada penambahan glukosa konsentrasi 6 g/L pada jam ke-20	36
Gambar IV. 6 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada penambahan glukosa konsentrasi 10 g/L pada jam ke-20	37
Gambar IV. 7 Hubungan waktu dengan kadar etanol, biomassa, dan glukosa sisa pada penambahan glukosa konsentrasi 14 g/L pada jam ke-20	38



INTISARI

Ketersediaan bahan bakar minyak yang semakin menipis menjadi masalah yang cukup penting dalam pemanfaatan energi yang ada di dunia. Populasi manusia yang kian meningkat juga menjadi faktor meningkatnya kebutuhan energi khususnya bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak (BBM) ini didapatkan dari sumber energi fosil yang semakin lama juga semakin berkurang dan menjadi salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Upaya untuk dapat menggantikan sumber energi tersebut salah satunya adalah menggunakan bahan bakar alternatif dengan sumber daya yang dapat diperbarui, yaitu bioetanol. Bioetanol didapatkan dengan berbagai metode, salah satunya adalah dengan proses fermentasi, dimana kandungan glukosa yang terdapat pada suatu bahan difermentasikan sehingga menjadi bioetanol. Penggunaan buah sukun sebagai bahan baku pembuatan bioetanol berpotensi besar karena diyakini memiliki kandungan pati yang tinggi sehingga dapat dipecah menjadi glukosa yang akan digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan bioetanol.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa waktu dan konsentrasi umpan terbaik pada fermentasi buah sukun dengan metode curah umpan atau *fed-batch*. Penelitian akan dilakukan dengan cara menghidrolisis terlebih dahulu tepung buah sukun kemudian dilakukan pengondisian pH guna mendukung mikroorganisme *zymomonas mobilis* untuk dapat bekerja dengan optimal. Proses fermentasi dilakukan dengan waktu dan konsentrasi pengumpanan sebagai variabel peubah. Hasil dari proses fermentasi ini akan dianalisa kadar alkohol, glukosa serta biomassa kering yang didapatkan.

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa waktu pengumpanan terbaik untuk fermentasi buah sukun dengan metode *fed-batch* yaitu pada waktu jam ke-20 dengan konsentrasi pengumpanan terbaik sebesar 14 g/L dan didapatkan kadar etanol tertinggi sebesar 25 g/L. Selain itu juga didapatkan jumlah biomassa kering terbaik yaitu sebesar 8,9927 g/L dan kadar bioetanol tertinggi sebesar 25 g/L.