

PRODUKSI BIODIESEL SECARA NONKATALITIK PADA BERBAGAI KECEPATAN ALIRAN REAKTAN DI DALAM REAKTOR DENGAN *NOZZLE FINE BUBBLE*

NAJMA FAIRUZA



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Produksi Biodiesel secara Nonkatalitik pada Berbagai Kecepatan Aliran Reaktan di dalam Reaktor dengan *Nozzle Fine Bubble*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Najma Fairuza
F14190038

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

NAJMA FAIRUZA. Produksi Biodiesel secara Nonkatalitik pada berbagai Kecepatan Aliran Reaktan di dalam Reaktor dengan *Nozzle Fine Bubble*. Dibimbing oleh DYAH WULANDANI.

Produksi biodiesel secara nonkatalitik menggunakan metanol superheated memerlukan kondisi aliran yang mampu meningkatkan kontak antara PFAD dan metanol sehingga proses transesterifikasi dapat berlangsung lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan aliran reaktan terhadap karakteristik aliran, konsumsi energi, dan hasil produksi biodiesel nonkatalitik pada *bubble column reactor* dengan *nozzle fine bubble* serta menentukan kondisi operasi optimum. Eksperimen dilakukan pada suhu operasi 225°C dengan laju alir metanol 4 g/menit dan variasi frekuensi pompa sirkulasi 9 Hz, 10 Hz, dan 11 Hz. Parameter yang dianalisis meliputi debit aliran, bilangan Reynolds, daya dan energi listrik, konversi, yield, serta kadar asam lemak bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi pompa meningkatkan debit aliran dan bilangan Reynolds, namun tidak selalu meningkatkan hasil produksi biodiesel. Kondisi operasi optimum diperoleh pada frekuensi 11 Hz dengan nilai konversi dan yield tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 96,06% dan 50,95%, sementara konsumsi energi listrik relatif tidak berbeda signifikan dibandingkan variasi lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan kecepatan aliran reaktan berperan penting dalam meningkatkan kinerja produksi biodiesel nonkatalitik dan dapat digunakan sebagai dasar penentuan kondisi operasi yang lebih efisien.

Kata kunci: biodiesel nonkatalitik, kecepatan aliran, konversi, *nozzle fine bubble*, yield.

ABSTRACT

NAJMA FAIRUZA. Non-Catalytic Biodiesel Production at Various Reactant Flow Rates in a Reactor Equipped with a Nozzle Fine Bubble. Supervised by DYAH WULANDANI

Non-catalytic biodiesel production using superheated methanol vapor requires flow conditions that enhance contact between reactants, thereby improving the effectiveness of the transesterification process. This study aimed to analyze the effect of reactant flow rate variation on flow characteristics, energy consumption, and biodiesel production performance in a bubble column reactor equipped with a fine bubble nozzle, as well as to determine the optimum operating condition. Experiments were conducted at an operating temperature of 225°C with a methanol flow rate of 4 g/min and circulation pump frequencies of 9 Hz, 10 Hz, and 11 Hz. The parameters analyzed included flow rate, Reynolds number, power consumption, electrical energy consumption, conversion, yield, and free fatty acid content. The results showed that increasing pump frequency increased the flow rate and Reynolds number; however, it did not always improve biodiesel production performance. The optimum operating condition was obtained at a pump frequency of 11 Hz, resulting in the highest conversion and yield values of 96.06% and 50.95%, respectively, while electrical energy consumption remained relatively similar among the tested conditions. These findings indicated that reactant flow rate plays an important role in enhancing non-catalytic biodiesel production performance and can be used as a basis for determining more efficient operating conditions.

Keywords: conversion, non-catalytic biodiesel, nozzle fine bubble, reactant flowrate, yield.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PRODUKSI BIODIESEL SECARA NONKATALITIK PADA BERBAGAI KECEPATAN ALIRAN REAKTAN DI DALAM REAKTOR DENGAN *NOZZLE FINE BUBBLE*

NAJMA FAIRUZA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Leopold Oscar Nelwan, S.T.P. M. Si.
2. Dr. Maharani Dewi Solikhah, S.T. M. Sc.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Produksi Biodiesel secara Nonkatalitik pada Berbagai Kecepatan Aliran Reaktan di dalam Reaktor dengan *Nozzle Fine Bubble*

Nama : Najma Fairuza
NIM : F14190038

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing:
Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si
NIP. 19680419994032001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.
NIP. 196304251989031001

Tanggal Ujian:
(27 Juli 2026)

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai Juli 2026 ini ialah “Produksi Biodiesel secara Nonkatalitik pada Berbagai Kecepatan Aliran Reaktan di dalam Reaktor dengan *Nozzle Fine Bubble*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyelesaian skripsi terutama kepada:

1. Dr.Ir. Dyah Wulandani, M. Si.selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan motivasi, serta saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Dr. Leopold Oscar Nelwan S.T.P, M.Si. dan Dr. Maharani Dewi Solikhah S.T, M.Sc. selaku dosen penguji, serta Dr. Lenny Saulia, S.T.P, M.Si. selaku dosen moderator selama sidang berlangsung.
3. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) yang telah mendanai penelitian ini
4. Dr. Maharani Dewi Solikhah S.T, M.Sc., Romelan S.T, dan Dr. Ir Soni Solistia Wirawan M. Eng. dari kelompok riset pengembangan dan Pemanfaatan Biofuel, Pusat Riset Teknologi dan Bahan bakar , Badan Riset dan Inovasi Nasional, beserta staf Laboratorium Meta Dewi Diazututi, S.T dan Ari Basuki, Amd, yang telah membantu penulis selama pengumpulan data.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem IPB University yang telah memberikan ilmu , pengalaman dan pelayanan akademik selama perkuliahan.
6. Keluarga tercinta dan seluruh kerabat yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta semangat kepada penulis.
7. Sahabat dan teman-teman organisasi daerah (IMAPEKA) yang senantiasa membantu, mendukung dan membersamai penulis.
8. Teman-teman Tenik Mesin dan Biosistem Angkatan 56 (Manuever) yang telah membantu dan membersamai selama menempuh pendidikan perkuliahan penulis.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu selama penulisan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Najma Fairuza



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Biodiesel	3
2.2 Produksi Biodiesel Nonkatalitik	3
2.3 <i>Bubble Column Reactor (BCR)</i>	4
2.4 <i>Fine Bubble</i>	4
2.5 <i>Nozzle</i>	5
2.6 Kecepatan Aliran	6
METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Penelitian	8
3.4 Analisis Data	12
HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Analisis Sistem Aliran Reaktan	14
4.2 Analisis Kebutuhan Daya dan Energi	17
4.3 Analisis Hasil Produksi Biodiesel	19
SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	32

DAFTAR TABEL

1	Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut,	7
2	Debit aliran pada berbagai frekuensi dengan suhu 75°C	14
3	Kecepatan aliran pada berbagai frekuensi dengan suhu 75°C	15
4	Densitas dan viskositas Biodiesel	16
5	Bilangan Reynolds pada berbagai frekuensi pompa	16
6	Kebutuhan daya pada berbagai frekuensi pompa	18
7	Kebutuhan energi pada berbagai frekuensi pompa	19
8	Kadar FFA biodiesel pada berbagai frekuensi pompa	20
9	Konversi biodiesel pada berbagai frekuensi pompa	21
10	Yield biodiesel pada berbagai frekuensi pompa	22

DAFTAR GAMBAR

1	Skema pembentukan <i>fine bubble</i>	5
2	Klasifikasi dan kandungan <i>fine bubble</i>	5
3	<i>Nozzle Fine Bubble</i>	6
4	Reaktor biodiesel nonkatalitik	8
5	<i>Rotary Evaporation</i>	8
6	Diagram alir prosedur penelitian	9
7	Alur kerja <i>bubble column reactor</i>	9
8	Reaksi Esterifikasi	11
9	Reaksi pada uji kadar FFA	12

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil Perhitungan Kecepatan aliran	28
2	Hasil Perhitungan Bilangan Reynolds	29
3	Hasil Perhitungan Daya dan Energi	30
4	Grafik Penurunan Kadar FFA dan Massa FFA	31