

UJI PERFORMANSI BIODIESEL METODE NONKATALITIK DENGAN PENERAPAN *NOZZLE FINE BUBBLE* PADA BERBAGAI LAJU ALIRAN METANOL

DEO IKSAN PRASETYA



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 “Uji Performansi Biodiesel Metode Nonkatalitik dengan Penerapan *Nozzle Fine Bubble* pada Berbagai Laju Aliran Metanol” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 2025

Deo Iksan Prasetya
F1401211072

- 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.



ABSTRAK

DEO IKSAN PRASETYA. Uji Performansi Biodiesel Metode Nonkatalitik dengan Penerapan *Nozzle Fine Bubble* pada Berbagai Laju Aliran Metanol. Dibimbing oleh Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dihasilkan melalui reaksi esterifikasi antara minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol, seperti metanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh laju aliran metanol dan suhu terhadap efisiensi produksi biodiesel nonkatalitik dari *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) menggunakan reaktor kolom gelembung dengan *nozzle*. Reaksi dilakukan pada suhu 200°C dan 225°C, kemudian pada suhu 225°C dilakukan percobaan dengan variasi laju aliran metanol yang berbeda. *Nozzle* digunakan untuk membentuk *fine bubble* yang meningkatkan kontak antara *superheated methanol* dan PFAD, sehingga dapat mempercepat reaksi. Parameter yang dianalisis meliputi volume biodiesel, *yield*, konsentrasi *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME), kadar *Free Fatty Acid* (FFA), laju produksi, dan konversi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu 225°C dengan laju aliran metanol 5g/min, biodiesel yang dihasilkan memiliki kualitas dan kuantitas terbaik, dengan massa FAME total sebesar 341,75 gram, penurunan FFA hingga 0,10%, dan laju produksi rata-rata 1,99 g/min. *Yield* tertinggi dicapai oleh eksperimen suhu 225°C laju aliran metanol 5g/min dengan nilai sebesar 71,13%, serta konversi tertinggi dicapai oleh eksperimen yang sama dengan nilai sebesar 96,19%. Hal ini menandakan bahwa kombinasi suhu tinggi dan penggunaan laju aliran metanol yang lebih tinggi terbukti meningkatkan performa *bubble column reactor* dengan *nozzle fine bubble*.

Kata kunci : biodiesel, esterifikasi, *fine bubble*, *nozzle*, *superheated methanol*

ABSTRACT

DEO IKSAN PRASETYA. *Performance Evaluation of Non-Catalytic Biodiesel Production Using Fine Bubble Nozzle at Various Methanol Flow Rates*. Supervised by Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.

Biodiesel is an environmentally friendly alternative fuel produced through the esterification reaction of vegetable oils or animal fats with alcohol, such as methanol. This study aims to evaluate the effect of varying methanol flow rates and reaction temperatures on the efficiency of non-catalytic biodiesel production from Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) using a bubble column reactor, with a fine bubble nozzle. The reactions were carried out at 200°C and 225°C, then when the experiment was conducted on 225°C there is a varying rate of the methanol flow rates. The nozzle was used to generate fine bubbles, enhancing contact between superheated methanol and PFAD, thereby accelerating the reaction. Key parameters analyzed include biodiesel volume, yield, Fatty Acid Methyl Ester (FAME) concentration, Free Fatty Acid (FFA) reduction, production rate, and conversion. The results showed that at 225°C with a methanol flow rate of 5 g/min, the highest biodiesel quality and quantity were obtained, with a total FAME mass of 341.75 grams, FFA reduction to 0.10%, and an average production rate of 1.99 g/min. The highest yield, 71.13%, was achieved under experiment of 225°C with 5g/min of methanol flow rates, under the same condition the conversion rate was 96.19%. These findings indicate that the combination of higher temperature and increased methanol flow significantly improves the performance of the bubble column reactor equipped with a fine bubble nozzle.

Keywords: biodiesel, esterification, fine bubble, nozzle, superheated methanol



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
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.

UJI PERFORMANSI BIODIESEL METODE NONKATALITIK DENGAN PENERAPAN *NOZZLE FINE BUBBLE* PADA BERBAGAI LAJU ALIRAN METANOL

DEO IKSAN PRASETYA

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

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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. Eng. Obie Farobie, S.Si, M.Si
- 2 Maharani Dewi Solikhah, S.T, M.Sc

Judul Skripsi : Uji Performansi Biodiesel Metode Nonkatalitik dengan Penerapan
Nozzle Fine Bubble pada Berbagai Laju Aliran Metanol

Nama : Deo Iksan Prasetya
NIM : F1401211072

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si
NIP 196804191994032001



Diketahui oleh

Ketua Departemen
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc. Agr
NIP 196304251989031001



Tanggal Ujian:
(Rabu, 6 Agustus 2025)

Tanggal Lulus:
(tanggal penandatanganan oleh Dekan
Fakultas/Sekolah ...)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2025 sampai bulan September 2025 ini ialah Produksi Biodiesel Nonkatalitik, dengan judul “Uji Performansi Biodiesel Pada Berbagai Laju Aliran Metanol”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan teristimewa kepada :

1. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si selaku pembimbing utama atas bimbingan dan saran yang diberikan selama penelitian dan penyelesaian tugas akhir.
2. Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si, M.Si dan Maharani Dewi Solikhah, S.T, M.Sc selaku dosen penguji, serta Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si selaku dosen moderator selama sidang berlangsung.
3. Kedua Orang Tua, Suyatno dan Diana Dewi Handayani, yang selalu sabar, selalu ada, dan selalu mendukung apapun yang penulis kerjakan, dan juga penuh dengan ketulusan dalam mendidik dan membimbing saya hingga saya bisa mencapai jenjang ini.
4. 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 Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, beserta staf Laboratorium Meta Dewi Diaztuti, S.T dan Ari Basuki, Amd, yang telah membantu selama pengumpulan data.
5. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS), atas dana penelitian yang telah diberikan.
6. Pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing atas perhatian dan masukan yang berharga.
7. Saudara Sepupu Tercinta, Utami Wiru, Mellina Kadarsari, Syamsudin, Buysra Alam, yang selalu memberikan saya *moral support*.
8. Keluarga Besar yang selalu mendoakan dan mendukung saya, Keluarga dari Mbah Mulyadi dan Keluarga dari Kakek Abdul Hafi.
9. Teman-teman dekat dan seperjuangan, Rizky Adi Prasetyo, Hadyan Faruqi Hermawan, Fahri Nur Rifki, Ahmad Yusuf Ridho, Bangkit Setyo Utomo, Michael Edison Ludzicoij, Nawal Alhakim Arta, Muhammad Alfani Fauzi, Putu Bayu Satwika, dan Ahmad Khoirus Syahrie
10. Keluarga RESONANCE 58, yang selalu kebersamai penulis selama masa perkuliahan
11. Seluruh sanak dan kerabat yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Bogor, Agustus 2025

Deo Iksan Prasetya

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Palm Fatty Acid Distillate (PFAD)</i>	3
2.2 <i>Superheated Methanol Vapor</i>	3
2.3 Produksi Biodiesel Nonkatalitik	3
2.4 <i>Bubble Column Reactor</i>	5
2.5 <i>Fine Bubble</i>	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil Sampel Sebelum Melalui Proses Evaporasi	15
4.2 Hasil Sampel Setelah Melalui Proses Evaporasi	16
4.3 Persentase FFA dan Massa FAME dalam Produksi Biodiesel	20
4.4 <i>Yield</i> Produksi Biodiesel	25
4.5 Konversi Produksi Biodiesel	26
4.6 Laju Produksi Biodiesel	27
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	32



DAFTAR TABEL

1	Hasil Biodiesel Sebelum Evaporasi Eksperimen A dan B	15
2	Hasil Biodiesel Sebelum Evaporasi Eksperimen C dan D	15
3	Hasil Sampel Setelah Evaporasi A dan B	16
4	Hasil Sampel Setelah Evaporasi C dan D	16
5	Penjelasan Terkait Keterangan pada Gambar 12-15	18
6	Kadar dan berat FFA total biodiesel kondisi reaksi 225°C 4g/min (B)	20
7	Kadar dan Berat FFA total biodiesel kondisi reaksi 200°C 4g/min (D)	20
8	Kadar dan Massa FFA produksi biodiesel pada suhu 225°C 3g/min (A)	21
9	Kadar dan Massa FFA produksi biodiesel pada suhu 225°C 4g/min (B)	21
10	Kadar dan Massa FFA produksi biodiesel pada suhu 225°C 5g/min (C)	22
11	Massa FAME (g) total biodiesel Eksperimen B dan D	22
12	Perbandingan Massa FAME Eksperimen A, B, dan C	24
13	Yield dalam produksi biodiesel dari suhu dan aliran metanol yang berbeda	25
14	Konversi dalam produksi biodiesel dari setiap kondisi reaksi	26
15	Laju Produksi Biodiesel (g/min)	27

DAFTAR GAMBAR

1	Skematik <i>Bubble Column Reactor</i>	5
2	Skema pembentukan <i>fine bubble</i>	6
3	Klasifikasi dan kandungan <i>fine bubble</i>	6
4	Titrimeter	7
5	<i>Rotary Evaporator</i>	8
6	<i>Bubble Column Reactor</i> dengan <i>Nozzle Fine Bubble</i>	8
7	Skematik dan Alur kerja <i>Bubble Column Reactor</i>	9
8	Diagram alir prosedur penelitian	10
9	Reaksi pada uji bilangan asam	12
10	PFAD dalam bentuk (A) cair dan (B) padat	14
11	Perbandingan hasil eksperimen setelah dievaporasi	17
12	Hasil proses suhu 225°C 3g/min (A)	17
13	Hasil proses suhu 225°C 4g/min (B)	17
14	Hasil Proses Suhu 225°C 5g/min (C)	18
15	Hasil Proses Suhu 200°C 4g/min (D)	18
16	Perbandingan Massa FAME Eksperimen B dan D	23
17	Massa FAME pada Berbagai Laju Aliran Metanol pada Suhu 225°C	24
18	Perbandingan <i>yield</i> antar reaksi	25
19	Perbandingan Konversi pada Suhu dan Laju Aliran Metanol yang Berbeda	26
20	Perbandingan Rata Rata laju produksi setiap eksperimen	27



DAFTAR LAMPIRAN

1	Perbandingan laju massa biodiesel per waktu reaksi	32
2	Perbandingan FFA dan FAME pada tiap reaksi	33
3	Perbandingan massa FAME	35
4	Perbandingan Laju Produksi Biodiesel Berdasarkan Waktu tiap Reaksi	36
5	Tabel SNI 7182 Tahun 2015	37

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.