



SIMULASI UKURAN GELEMBUNG PADA PROSES PRODUKSI BIODIESEL MENGGUNAKAN *BUBBLE COLUMN REACTOR*

MUHAMMAD FAUZAN APRIANDI



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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 “Simulasi Ukuran Gelembung pada Proses Produksi Biodiesel Menggunakan *Bubble Column Reactor*” 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, September 2024

Muhammad Fauzan Apriandi
F1401201077

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

MUHAMMAD FAUZAN APRIANDI. Simulasi Ukuran Gelembung pada Proses Produksi Biodiesel Menggunakan *Bubble Column Reactor*. Dibimbing oleh YOHANES ARIS PURWANTO dan ANTO TRI SUGIARTO.

Teknologi gelembung halus sudah banyak dimanfaatkan dalam bidang pengolahan air, pertanian, perikanan, hingga bioenergi. Penerapan teknologi gelembung masih sedikit untuk bidang bioenergi, padahal memiliki potensi yang besar. Salah satunya adalah penggunaan gelembung untuk produksi biodiesel secara non-katalitik. Ukuran gelembung sangat menentukan hasil akhir biodiesel sehingga perlu dilakukan pengukuran terhadap ukuran gelembung yang dihasilkan. Simulasi CFD-PBM dapat mengidentifikasi distribusi ukuran gelembung hingga skala nanometer. Simulasi CFD-PBM merupakan simulasi menggunakan komputer yang dapat mengestimasi evolusi atau dinamika dari distribusi ukuran gelembung dengan mempertimbangkan faktor penggabungan dan pemecahan dari suatu aliran fluida. Penelitian ini, melakukan simulasi untuk analisis ukuran gelembung dengan menggunakan model penggabungan Turbulent serta pemecahan Luo dan Lehr. Hasil yang didapat kemudian dibandingkan dengan eksperimen menggunakan PSA. Gelembung nano yang terbentuk dari nozel tipe *swirl flow* menghasilkan ukuran <500 nm. Hasil simulasi dan eksperimen menunjukkan terdapat perbedaan ukuran yang dihasilkan. Model Turbulent-Luo menghasilkan ukuran gelembung bervariasi yaitu 10-926 nm, sedangkan model Turbulent-Lehr menghasilkan ukuran gelembung 254-926 nm. Salah satu faktor yang memengaruhi hal tersebut adalah parameter seperti suhu yang konstan pada saat simulasi sedangkan pada saat eksperimen terjadi perubahan suhu akibat pompa. Pemodelan Turbulent-Luo yang digunakan cocok untuk simulasi partikel berukuran nano sedangkan pemodelan Turbulent-Lehr cocok untuk simulasi partikel berukuran mikro.

Kata kunci: biodiesel, CFD-PBM, gelembung nano, non-katalitik

ABSTRACT

MUHAMMAD FAUZAN APRIANDI. Bubble Size Simulation in Biodiesel Production Process Using Bubble Column Reactor. Supervised by YOHANES ARIS PURWANTO and ANTO TRI SUGIARTO.

Fine bubble technology has been widely utilized in the fields of water treatment, agriculture, fisheries, and bioenergy. However, the applications of bubble technology in the bioenergy sector still limited, even though it has great potential. One of the uses of bubbles in bioenergy sector is non-catalytic biodiesel production. Bubble size determines the final biodiesel yield, so it is necessary to measure the size of the bubbles produced. CFD-PBM simulation can identify the bubble size distribution up to nanometer scale. CFD-PBM simulation is a computer simulation that can estimate the evolution or dynamics of the bubble size distribution by considering the coalescence and breakage factors of a fluid flow. In this study, a simulation was conducted for bubble size analysis used the Turbulent coalescence and Luo and Lehr breakage models. The results obtained were compared with experiments PSA. Nano bubbles formed from a swirl flow type nozzle produced sizes <500 nm. The simulation and experimental results showed a difference in the sizes produced. The Turbulent-Luo model generated bubble sizes from 10 to 926 nm, while the Turbulent-Lehr model produced bubble sizes from 254 to 926 nm. One of the factors influenced was parameters such as constant temperature during the simulation, while during the experiment temperature changes occurred due to the pump. The Turbulent-Luo model used was suitable for nano-sized particle simulations, while the Turbulent-Lehr model was suitable for micro-sized particle simulations.

Keywords: biodiesel, CFD-PBM, nano bubbles, non-catalytic.



@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.

SIMULASI UKURAN GELEMBUNG PADA PROSES PRODUKSI BIODIESEL MENGGUNAKAN *BUBBLE COLUMN REACTOR*

MUHAMMAD FAUZAN APRIANDI

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
2024**

- 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 University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Anto Tri Sugiarto, M.Eng

2. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr



IPB University

Bogor Indonesia

Perpustakaan IPB University



@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.



Judul Skripsi : Simulasi Ukuran Gelembung pada Proses Produksi Biodiesel
Menggunakan *Bubble Column Reactor*

Nama : Muhammad Fauzan Apriandi
NIM : F1401201077

© Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc
NIP. 196403071989031001



Pembimbing 2:
Dr. Anto Tri Sugiarto, M.Eng
NIP. 197206061990121001

Diketahui oleh

Ketua Departemen
Teknik Mesin dan Biosistem:
Dr. Ir. Edy Harulistiyoso, M.Sc.Agr
NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian:
6 September 2024

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. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Agustus 2024 ini ialah “Simulasi Ukuran Gelembung pada Proses Produksi Biodiesel Menggunakan *Bubble Column Reactor*”.

Ucapan terima kasih penulis tak lupa disampaikan kepada para pihak yang telah membimbing, membantu, dan memberikan dukungan dalam penelitian dan penulisan karya ilmiah ini, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Y Aris Purwanto M.Sc selaku pembimbing satu yang telah membimbing dan memberi saran serta masukan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan karya ilmiah.
2. Dr. Anto Tri Sugiarto M.Eng selaku pembimbing dua yang telah membimbing dan memberi saran serta masukan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan karya ilmiah.
3. Prof. Dr. Ir. Sutrisno M.Agr selaku dosen penguji dan Dr. Lenny Saulia, S.TP, M.Si selaku dosen moderator.
4. Bapak Samat dan Ibu Neneng Kartini selaku orang tua penulis yang telah memberikan seluruh dukungan, doa, dan kasih sayang tanpa henti kepada penulis.
5. Maharani Dewi Solikhah ST, M.Sc selaku pembimbing lapang yang telah memberikan kesempatan, saran, masukan, dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian dan karya ilmiah.
6. Dr. Ir. Soni Solistia Wirawan, M. Eng, Pak Romelan, Pak Hilman, dan seluruh peneliti BRIN Lab Bahan Bakar dan Rekaya Disain yang telah memberikan arahan, masukan, dan ilmunya kepada penulis sehingga karya ilmiah dapat diselesaikan
7. BRIN sebagai instansi tempat penulis melakukan penelitian.
8. Teman-teman seperjuangan penulis yang terus memberikan dukungan dan bantuan dalam penelitian (Bismar, Anisya, Rey, Siti Abidiya, Annida, dan Risqi Setiawan), teman-teman KKNT Desa Bojong, dan teman-teman MEISTER yang terus membersamai perjuangan mulai dari awal kuliah hingga menyelesaikan pendidikan S1 .
9. Orang-orang di luar sana yang tanpa penulis ketahui terus memberikan semangat dan kasih sayang kepada penulis hingga berhasil menempuh pendidikan S1.

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

Bogor, September 2024

Muhammad Fauzan Apriandi



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biodiesel	4
2.2 Proses Produksi Biodiesel	5
2.3 Gelembung	7
2.4 <i>Dynamic Light Scattering (DLS)</i>	8
2.5 <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Tahapan Penelitian	11
3.4 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Proses Pembentukan Gelembung Nano	18
4.2 Hasil Uji <i>Particle Size Analyzer (PSA)</i>	19
4.3 Simulasi CFD-PBM	20
4.4 Hasil Simulasi Gelembung Nano	22
4.5 Validasi Hasil Eksperimen dan Simulasi	26
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	34
RIWAYAT HIDUP	53

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Syarat mutu biodiesel berdasarkan SNI 7182:2015	4
2	Properties simulasi pada suhu 25°C.	15
3	Ukuran Bin pada pemodelan CFD-PBM berukuran nano	16
4	Informasi <i>meshing</i>	20
5	<i>Boundary condition</i> simulasi CFD	21
6	Perlakuan <i>flow</i> 25 mL/menit	28
7	Perlakuan <i>flow</i> 50 mL/menit	28
8	Perlakuan <i>flow</i> 100 mL/menit	28

DAFTAR GAMBAR

1	Reaksi transesterifikasi produksi biodiesel	6
2	Reaksi esterifikasi produksi biodiesel	6
3	Skematik produksi biodiesel secara non-katalitik dengan resirkulasi panas	7
4	Diagram skematik proses terbentuknya <i>microbubble</i> .	8
5	Metode <i>dynamic light scattering</i> (a) partikel nano yang terdispersi pada suatu larutan (b) fluktuasi intensitas cahaya akibat gerak Brownian	8
6	Diagram alir penelitian	12
7	Proses pengambilan data gelembung nano	13
8	<i>Particle size analyzer</i> Zetasizer Nano ZS	14
9	Diagram alir simulasi	14
10	Model <i>bubble column reactor transparant</i>	18
11	Hasil uji PSA gelembung berukuran nano	19
12	Hasil simulasi CFD-PBM menggunakan pemodelan Turbulent-Luo 25 mL/menit	22
13	Hasil simulasi CFD-PBM menggunakan pemodelan Turbulent-Luo 50 mL/menit	22
14	Hasil simulasi CFD-PBM menggunakan pemodelan Turbulent-Luo 100 mL/menit	23
15	Hasil simulasi CFD-PBM menggunakan pemodelan Turbulent-Lehr 25 mL/menit	24
16	Hasil simulasi CFD-PBM menggunakan pemodelan Turbulent-Lehr 50 mL/menit	24
17	Hasil simulasi CFD-PBM menggunakan pemodelan Turbulent-Lehr 100 mL/menit	25
18	Distribusi ukuran gelembung simulasi dan eksperimen 25 mL/menit	26
19	Distribusi ukuran gelembung simulasi dan eksperimen 50 mL/menit	27
20	Distribusi ukuran gelembung simulasi dan eksperimen 100 mL/menit	27

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.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan laju aliran massa	35
2	Data hasil eksperimen uji PSA	36
3	Data hasil simulasi CFD-PBM	37
4	Pengoperasian Ansys	38

1 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.