



PENGARUH PENAMBAHAN *ULTRA FINE BUBBLE* PADA BAHAN BAKAR DIESEL DAN BIODIESEL TERHADAP EMISI KARBON DAN OPASITAS GAS BUANG *DIESEL ENGINE*

MADE BAGUS EMILIO PARAMANANDA HERIA CHANDRA



**DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN 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



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 “Pengaruh Penambahan *Ultra Fine Bubble* pada Bahan Bakar Diesel dan Biodiesel terhadap Emisi Karbon dan Opasitas Gas Buang *Diesel Engine*” 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 2024

Made Bagus Emilio P.H.C
F1401201074

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

MADE BAGUS EMILIO PARAMANANDA HERIA CHANDRA.
Pengaruh Penambahan *Ultra Fine Bubble* pada Bahan Bakar Diesel dan Biodiesel terhadap Emisi Karbon dan Opasitas Gas Buang *Diesel Engine*. Dibimbing oleh SAM HERODIAN dan YOGI PRAMUDITO.

Salah satu keunggulan yang dimiliki *engine* diesel adalah efisiensi penggunaan bahan bakar sehingga ideal untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama serta kemampuannya untuk memproduksi jumlah torsi yang lebih tinggi dibandingkan *engine* bensin. Akan tetapi, salah satu kekurangan *engine* diesel adalah ketebalan asap pada gas buang dan kandungan emisi yang diproduksi. Salah satu cara untuk mengurangi hal tersebut yakni dengan melakukan penambahan oksigen pada bahan bakar melalui teknologi *Ultra Fine Bubble*. Adanya penambahan *Ultra Fine Bubble* atau UFB pada bahan bakar *engine*, dapat mengurangi kandungan emisi karbon (CO, CO₂, dan HC) dan juga ketebalan gas buang. *engine* diesel yang menggunakan bahan bakar B100 dengan penambahan UFB juga mengalami penurunan rata-rata opasitas gas buang, kandungan CO dan HC secara berturut-turut sebesar 39,23%; 56,57%, dan 48,75% disertai kenaikan kandungan CO₂ sebesar 44,73%. Disisi lain, *engine* diesel yang menggunakan bahan bakar Pertamina Dex dengan penambahan UFB, mengalami rata-rata penurunan opasitas gas buang, kandungan CO dan HC masing-masing sebesar 20,02%; 52,37%; dan 52,07% sementara terjadi kenaikan kandungan CO₂ sebesar 10,45%.

Kata Kunci: *engine* diesel, emisi karbon, opasitas gas buang, *ultra fine bubble*

ABSTRACT

MADE BAGUS EMILIO PARAMANANDA HERIA CHANDRA. The Effects of Ultra Fine Bubble Addition in Diesel and Biodiesel Fuels on Carbon Emission Content and Exhaust Gas Opacity of Diesel Engines. Supervised by SAM HERODIAN and YOGI PRAMUDITO.

One of the advantages of diesel engines is their efficient use of fuel, making them an ideal use over long periods of time as well as their ability to produce higher amounts of torque when compared with gasoline engines. However, one of the drawbacks of diesel engines is the exhaust smoke opacity and its emission content. One way of reducing these drawbacks, is by adding Ultra Fine Bubble or UFB to the engine fuel. Diesel engines using UFB-injected Pertamina Dex, experienced an average decrease in smoke opacity, CO, and HC content by 18.17%; 52.37%; and 52.07% respectively, while simultaneously gained an increase in CO₂ content by 10.45%. Similarly, engines using UFB-injected B100 also experienced a decrease in average smoke opacity, CO, and HC content by 39.23%; 56.57%, and 48.75% respectively while also gaining an increase in CO₂ content by 44.73%.

Keywords: carbon emission, diesel engine, ultra fine bubble, smoke opacity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- 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.



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
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.

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.



PENGARUH PENAMBAHAN ULTRA FINE BUBBLE PADA BAHAN BAKAR DIESEL DAN BIODIESEL TERHADAP EMISI KARBON DAN OPASITAS GAS BUANG *DIESEL ENGINE*

MADE BAGUS EMILIO PARAMANANDA HERIA CHANDRA

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

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Dr. Ir. Joko Pitoyo, M.Si, P.hD.
 2. Yogi Pramudito S.T, M.T.

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 : Pengaruh Penambahan Ultra Fine Bubble pada Bahan Bakar Diesel dan Biodiesel terhadap Emisi Karbon dan Opasitas Gas Buang *Diesel Engine*
Nama : Made Bagus Emilio Paramananda Heria Chandra
NIM : F1401201074

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Sam Herodian, M.S., IPU, APEC Eng.



Pembimbing 2:
Yogi Pramudito, S.T., M.T.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.
NIP. 196325041989011001



Tanggal Ujian:
2 Agustus 2024

Tanggal Lulus:



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

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari hingga bulan Mei 2024 ini adalah “Pengaruh Penambahan Ultra Fine Bubble pada Bahan Bakar Diesel dan Biodiesel terhadap Emisi Karbon dan Opasitas Gas Buang *Diesel Engine*”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Keluarga penulis, kepada Papa Ermilian Heria Chandra, dan Mama Ayu Putu Yennie, serta adik dan kakak yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, nasihat dan dukungan kepada penulis.
2. Kepada sikak, Putu Raka Sudarsana, dan ninik Wayan Kartianhy atas dukungan, doa, bantuan, pelajaran, dan pesan berharga yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Sam Herodian, M.S, IPU, APEC Eng. dan Bapak Yogi Pramudito, S.T, M.T dari Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi (LEMIGAS) selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan fasilitas penelitian, arahan, masukan dan saran kepada penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
4. Bapak Ir. Joko Pitoyo, M.Si, PhD, Pak Isun, Pak Bambang, Pak Sutari, Pak Wawan, serta seluruh pihak dari BBPSI Mektan yang telah memberikan izin penelitian serta fasilitas, ilmu pengetahuan, saran dan masukkan kepada penulis.
5. Pak Udin, Bang Yayan, Ibu Khori dan seluruh staf akademik Departemen Teknik Mesin dan Biosistem atas bimbingan dan kerja samanya dalam proses administrasi kepada penulis.
6. Bismar, Kak Hani, Hensa, Nindya, Bismar, Bang Faris, teman-teman seperbimbingan yang banyak memberi semangat, bantuan, saran, dan juga arahan kepada penulis.
7. Teman-teman OMDA BALI 57 yang senantiasa menemani penulis dan memberikan dukungan, semangat, dan juga canda tawa lainnya selama penulis menuntut ilmu di IPB University.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi perkembangan riset saat ini dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Made Bagus Emilio P.H.C.



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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>Diesel Engine</i>	3
2.2 Traktor Roda Dua	4
2.3 Bahan Bakar Diesel	4
2.4 Emisi Gas Buang	5
2.5 <i>Ultra Fine Bubble</i>	6
2.6 <i>Smoke Opacity</i>	7
III METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat	
3.2 Alat dan Bahan	8
3.2.1 <i>Diesel Engine Yanmar TF85MR-di</i>	8
3.2.2 <i>Smokemeter Stargas 898</i>	8
3.2.3 <i>Portable Combustion Analyzer Seitron S1500-P</i>	8
3.2.4 UFB Generator dan Oksigen Konsentrator	9
3.2.5 <i>Engine Test Bed</i>	9
3.2.6 Traktor Roda Dua Quick G1000 Boxer	9
3.2.7 Tachometer	9
3.2.8 Sensor <i>infrared, proximity, dan loadcell</i>	9
3.2.9 Kompresor	10
3.3 Prosedur Kerja	10
3.3.1 Pengaturan Mesin Diesel dan Traktor Roda Dua	11
3.3.2 Pengaturan sensor dan <i>control panel</i>	11
3.3.3 Persiapan Sampel Uji Bahan Bakar	11
3.3.4 Langkah Uji Kinerja dan Pengukuran Gas Buang	12
3.4 Pengambilan Data	12
3.5 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil Uji terhadap Sampel Bahan Bakar B100	14
4.1.1 Opasitas Emisi Gas Buang	14
4.1.2 Kandungan Emisi CO dan CO ₂ pada Gas Buang	15
4.1.3 Kandungan Emisi HC pada Gas Buang	17



4.2 Hasil Uji terhadap Sampel Bahan Bakar Pertamina Dex	19
4.2.1 Opasitas Emisi Gas Buang	19
4.2.2 Kandungan Emisi CO dan CO ₂ pada Gas Buang	21
4.2.3 Kandungan Emisi HC pada Gas Buang	23
4.3 Perbandingan Opasitas Gas Buang dan Emisi <i>Engine</i> Berbahan Bakar Normal dan UFB	24
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	36

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 TABEL

1	Karakteristik bahan bakar	5
2	Spesifikasi <i>Engine</i> Yanmar TF85MR-di	8
3	Spesifikasi Traktor Roda Dua Quick G1000 Boxer	9
4	Parameter Penelitian	13
5	Perbandingan opasitas gas buang <i>engine</i> berbahan bakar B100 normal dan UFB	14
6	Kandungan senyawa CO dan CO ₂ pada gas buang <i>engine</i> berbahan bakar B100 normal dan UFB	15
7	Kandungan senyawa HC pada emisi gas buang <i>engine</i> berbahan bakar B100 normal dan UFB	18
8	Perbandingan opasitas gas buang <i>engine</i> berbahan bakar Pertamina Dex normal dan UFB	20
9	Kandungan senyawa CO dan CO ₂ pada gas buang <i>engine</i> berbahan bakar Pertamina Dex normal dan UFB	21
10	Kandungan senyawa HC pada emisi gas buang <i>engine</i> berbahan bakar Pertamina Dex normal dan UFB	23

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi siklus kerja diesel <i>engine</i>	4
2	Persentase komposisi emisi gas buang <i>engine</i> diesel	6
3	Skema pembentukan <i>ultra fine bubble</i>	7
4	Diagram alir penelitian	10
5	Grafik opasitas gas buang pada <i>engine</i> berbahan bakar B100 Normal dan UFB	14
6	Grafik kandungan CO (a) dan CO ₂ (b) pada gas buang <i>engine</i> diesel berbahan bakar B100 normal dan UFB	16
7	Grafik kandungan senyawa HC pada gas buang <i>engine</i> berbahan bakar B100 normal dan UFB	18
8	Grafik opasitas gas buang pada <i>engine</i> berbahan bakar Pertamina Dex normal dan UFB	20
9	Grafik kandungan CO (a) dan CO ₂ (b) pada gas buang <i>engine</i> berbahan bakar Pertamina Dex normal dan UFB	21
10	Grafik kandungan senyawa HC pada gas buang <i>engine</i> berbahan bakar Pertamina Dex normal dan UFB	24
11	Perbandingan opasitas gas buang <i>engine</i> menggunakan masing-masing sampel bahan bakar	25
12	Perbandingan kandungan emisi karbon pada gas buang <i>engine</i> menggunakan masing-masing sampel bahan bakar	26



DAFTAR LAMPIRAN

1	Tabel karakteristik bahan bakar	33
2	Alat-alat Penelitian	34
2	Dokumentasi Penelitian	35

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.