

**KAJIAN PERFORMANSI MESIN DIESEL DENGAN  
MENGUNAKAN VARIASI CAMPURAN BAHAN BAKAR  
DEXLITE DAN *FATTY ACID METHYL ESTER GALLUS*  
*GALLUS DOMESTICUS***

*Skripsi Yang Diajukan Untuk Melengkapi  
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



**SERGIO FAUSTINO LUMBANTORUAN**

**NIM : 120401149**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN**

**2017**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Adapun yang menjadi judul skripsi ini yaitu *“Kajian performansi mesin diesel menggunakan variasi campuran bahan bakar Dexlite dan fatty acid methyl ester gallus gallus domesticus.”*

Penulis berterima kasih kepada banyak pihak yang telah banyak membantu penulis di berbagai hal dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Ikhwansyah Isranuri selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
2. Bapak Ir. Abdul Halim Nasution, Msc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan, dan masukan yang positif kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Orang tua penulis, Ayahanda P. Lumbantoruan dan Ibunda B. br Silalahi atas segala pengorbanan yang tiada terbalaskan di dalam membesarkan, menyekolahkan saya hingga ke jenjang perguruan tinggi.
4. Seluruh staf pengajar dan pegawai administrasi Departemen Teknik Mesin di Universitas Sumatera Utara, yang telah banyak membantu penulis dan memberikan bimbingan selama perkuliahan.
5. Timbul Sijabat, Doni Surbakti, , serta Teman-teman yang telah membantu penulis dalam melakukan pengujian .
6. Seluruh teman-teman Teknik Mesin 2012 yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun.
7. Seluruh teman – teman Teknik kimia yang telah membantu penulis dalam dalam pengujian. .

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Penulis juga mengharapkan skripsi ini dapat menjadi tambahan pengetahuan bagi pembaca dan bermanfaat untuk kita semua. Terimakasih.

Medan,

Penulis

Sergio Faustino Lumbantoruan

Nim 120401149

## Abstrak

Ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis, akan tetapi kebutuhan akan bahan bakar fosil semakin meningkat seiring peningkatan populasi manusia, dibutuhkan bahan bakar alternatif untuk mengatasinya. Produksi indonesia akan ayam boiler terus meningkat, lemak buangan ayam boiler dapat dimanfaatkan menjadi biodiesel, melalui proses transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan biodiesel lemak ayam sebagai bahan bakar alternatif dan menganalisa peformansi mesin diesel dengan menggunakan campuran bahan bakar dexlite dengan 5%,10%,15%,20%,25% biodiesel lemak ayam (*fatty acid methyl ester galus gallus domesticus*) pada variasi putaran 1800 rpm, 2000 rpm, 2200rpm,2400 rpm,dan 2600 rpm dan variasi beban 3,5Kg dan 4,5 Kg. Tahapan kerja yang dilakukan dalam penelitian ini, pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi, pengujian karakteristik, pencampuran biodiesel dengan dexlite, pengujian nilai kalor pada bom kalorimeter, dan pengujian performansi mesin diesel TD-115 MKII. Dengan menganalisa data didapat, biodiesel telah memenuhi standard nasional, torsi menurun 4%-12.87%, daya menurun 4%-12.87%,  $m_f$  meningkat 1,75%-7,1%, AFR menurun 5,3%-20,1%, Efisiensi Volumetris menurun 3,7%-14,5%, daya actual menurun 7,5%-25,5%, efesiensi thermal menurun 4,8%-25,5%, SFC meningkat 10%-43,7%, heat loss menurun 3,5%-14,5%, Persentasi Heat loss menurun 2,2%-14,13 %.

Kata kunci: Lemak Ayam, Biodiesel Lemak Ayam, Dexlite, Performansi Mesin Diesel.

## ABSTRACT

Availability of fossil fuels dwindling, but the need for fossil fuels increases due to the increase in human population, alternative fuels needed to overcome them. Indonesian production on boiler chicken increase annually, boiler chicken fat wasted can be harnessed into biodiesel, through a transesterifikasi process . This research aims to examine the feasibility of biodiesel as alternative fuel and analyze diesel engines performance by using fuel mixture dextrite with 5%, 10%, 15%, 20%, 25% chicken fat biodiesel (*fatty acid methyl ester gallus gallus domesticus*) with varians on rasion 1800 rpm,2000 rpm, 2200 rpm,2400 rpm, and 2600 rpm and varians on load 3,5 Kg dan 4,5 Kg. Stages of work done in this research, produce of biodiesel by transesterification process, testing characteristic, blending biodiesel with dextrite, testing calorific value in a bomb calorimeter, and performance testing of diesel engines TD 115 - MKII. By analyzing the data obtained biodiesel has met national standard, torque decreased 4%-12,87%, power decreased 4%-12,87%,  $m_f$  increased 1,75%-7,1 %, AFR decreased 5,3%-20,1%, volumetric efficiency decreased 3,7%-14,5%, actual power decreased 7,5%-25,5%, thermal efficiency decreased 4,8%-25,5%, SFC increased by 10%-43,7%, heat loss decreased 3,5%-14,5 %, Percentage heat loss decreased 2,2%-14,13 %.

Key word : chicken fat, chicken fat biodiesel, dextrite, Diesel Engine Performance

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Pengujian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Manfaat Pengujian.....	3
1.5. Metodologi Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Mesin Diesel .....	5
2.1.1. Prinsip Kerja Mesin Diesel .....	7
2.1.2. Performansi Mesin Diesel.....	11
2.2. Biodiesel .....	18
2.2.1. Sejarah Biodiesel.....	18
2.2.2. Defenisi Biodiesel.....	19
2.2.3. Pembuatan Biodiesel.....	21
2.2.3.1. Esterifikasi .....	22
2.2.3.2. Transesterifikasi .....	23
2.3. Biodiesel dengan Lemak Ayam .....	24
2.3.3. Ayam Broiler ( <i>Gallus Domesticus</i> ).....	24
2.3.4. Produksi Ayam Broiler Dalam Negeri.....	25
2.3.5. Kandungan Kimia Ayam Broiler .....	25
2.3.6. Gambaran Umum Rumah Potong Ayam .....	27

2.3.7. Transesterifikasi Limbah Lemak Ayam.....	28
2.4. Bahan Bakar Hidrokarbon .....	30
2.4.1 Dextrite.....	31
2.4.2 Karakteristik Dextrite.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1. Waktu Dan Tempat .....	33
3.2 Peralatan Percobaan dan Bahan Percobaan .....	33
3.2.1. Peralatan dan Fungsi .....	33
3.2.2. Bahan dan Fungsi.....	35
3.3 Prodesur Penelitian .....	36
3.3.1. Pengujian Kadar Asam Lemak Bebas .....	38
3.3.2. Prosedur Transesterifikasi .....	40
3.3.3. Bahan Baku .....	41
3.4 Metode Pengumpulan Data .....	41
3.5 Metode Pengolahan Data .....	42
3.6 Pengamatan Dan Tahap Pengujian .....	42
3.7 Prosedur Pengujian Nilai Kalor Bahan Bakar .....	43
3.8 Prosedur Pengujian Performansi Mesin Diesel .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN.....</b>	<b>49</b>
4.1. Karakteristik Biodiesel Lemak Ayam.....	49
4.2. Hasil Pengujian Bom Kalori Meter .....	49
4.3. Hasil Pengujian Engine Test Bed TD - 111 .....	50
4.3.1. Hasil Pengujian Dengan Bahan Bakar Dextrite .....	51
4.3.2. Hasil Pengujian Dengan Bahan Bakar Dextrite+ Biodiesel Lemak Ayam 5% .....	51
4.3.3. Hasil Pengujian Dengan Bahan Bakar Dextrite + Biodiesel Lemak Ayam 10% .....	51
4.3.4. Hasil Pengujian Dengan Bahan Bakar Dextrite + Biodiesel Lemak Ayam 15% .....	52
4.3.5. Hasil Pengujian Dengan Bahan Bakar Dextrite +	

Biodiesel Lemak Ayam 20% .....	52
4.3.6. Hasil Pengujian Dengan Bahan Bakar Dexlite + Biodiesel Lemak Ayam 25% .....	53
4.4. Pengujian Performansi Motor Bakar Diesel .....	55
4.4.1. Daya .....	55
4.4.2. Laju Aliran Bahan Bakar ( $m_f$ ).....	58
4.4.3. Rasio Udara Bahan Bakar (AFR).....	61
4.4.4. Effisiensi Volumetrik.....	65
4.4.5. Daya Aktual .....	69
4.4.6. Effisiensi Thermal Aktual.....	72
4.4.7. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC).....	75
4.4.8. Heat Loss.....	78
4.4.9. Persentase Heat Loss.....	81
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>84</b>
5.1. Kesimpulan.....	84
5.2. Saran.....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram P-V .....	6
Gambar 2.2	Diagram T- S .....	6
Gambar 2.3	Prinsip Kerja Mesin Diesel.....	9
Gambar 2.4	Diagram Alir Proses Pembuatan Biodiesel .....	22
Gambar 2.5	Fraksi-Fraksi Pada Pengolahan Minyak Bumi Mentah.....	30
Gambar 3.1	Garis Besar Tahapan Penelitian.....	36
Gambar 3.2	Lemak Ayam .....	36
Gambar 3.3	Proses Transesterifikasi .....	37
Gambar 3.4	Pemisahan dari Gliserol.....	37
Gambar 3.5	Pencucian.....	38
Gambar 3.6	Biodiesel Lemak Ayam .....	38
Gambar 3.7	Diagram Alir Penguian FFA .....	39
Gambar 3.8	Diagram Alur Proses Transesterifikasi .....	40
Gambar 3.9	Diagram Alir Pengujian Peformansi Mesin .....	46
Gambar 3.10	Set – up Pengujian Peformansi Mesin Diesel.....	47
Gambar 4.1	Grafik Torsi vs Putaran mesin untuk beban 3.5 kg .....	54
Gambar 4.2	Grafik Torsi vs Putaran mesin untuk beban 4.5 kg .....	54
Gambar 4.3	Grafik Daya vs Putaran mesin untuk beban 3.5 kg .....	57
Gambar 4.4	Grafik Daya vs Putaran untuk beban 4.5 kg.....	57
Gambar 4.5	Grafik mf vs putaran mesin untuk beban 3.5 kg .....	57
Gambar 4.6	Grafik mf vs putaran mesin untuk beban 4.5 kg .....	61

Gambar 4.7	Grafik AFR vs putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	64
Gambar 4.8	Grafik AFR vs putaran mesin pada pembebanan 4.5 kg .....	65
Gambar 4.9	Grafik efisiensi volumetrik vs putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	68
Gambar 4.10	Grafik efisiensi volumetrik vs putaran mesin pada Pembebanan 4.5 kg .....	68
Gambar 4.11	Grafik Daya aktual vs putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	71
Gambar 4.12	Grafik Daya aktual vs putaran mesin pada pembebanan 4.5 kg .....	71
Gambar 4.13	Effisiensi termal aktual vs putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	74
Gambar 4.14	Effisiensi termal Aktual vs putaran mesin pada pembebanan 4.5 kg .....	74
Gambar 4.15	SFC vs Putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	77
Gambar 4.16	SFC vs Putaran mesin pada pembebanan 4.5 kg .....	77
Gambar 4.17	Heat Loss vs Putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	80
Gambar 4.18	Heat Loss vs Putaran mesin pada pembebanan 4.5 kg .....	80
Gambar 4.29	Persentase Heat Loss vs Putaran mesin pada pembebanan 3.5 kg .....	83
Gambar 4.20	Persentase Heat Loss vs Putaran mesin pada pembebanan 4.5 kg .....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standard Biodiesel .....	21
Tabel 2.2	Produksi Unggas 2012-2016 di indonesia.....	25
Tabel 2.3	Komposisi Kimia Daging Ayam dalam 100 g bahan.....	26
Tabel 2.4	Tabel Komposisi Asam Lemak Ayam Hasil Analisis GCMS .....	27
Tabel 4.1	Karakteristik Biodiesel Lemak Ayam .....	49
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kalorimeter Bom .....	50
Tabel 4.3	Hasil Pengujian dengan Bahan Bakar Dexlite .....	51
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Bahan Bakar Dexlite + Biodiesel Lemak Ayam 5% .....	51
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Bahan Bakar Dexlite + Biodiesel Lemak Ayam 10% .....	52
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Bahan Bakar Dexlite + Biodiesel Lemak Ayam 15% .....	52
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Bahan Bakar Dexlite + Biodiesel Lemak Ayam 20% .....	53
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Bahan Bakar Dexlite + Biodiesel Lemak Ayam 25% .....	53
Tabel 4.9	Data Perhitungan Untuk Daya pada beban 3.5 kg .....	58
Tabel 4.10	Data Perhitungan Untuk Daya pada beban 4.5 kg .....	58
Tabel 4.11	Laju Aliran Bahan Bakar pada beban 3.5 kg .....	59

Tabel 4.12	Laju Aliran Bahan Bakar pada beban 4.5 kg .....	59
Tabel 4.13	Air Fuel Ratio pada beban 3.5 kg .....	60
Tabel 4.14	Air Fuel Ratio pada beban 4.5 kg .....	60
Tabel 4.15	Effisiensi Volumetrik pada beban 3.5 kg .....	66
Tabel 4.16	Effisiensi Volumetrik pada beban 4.5 kg .....	67
Tabel 4.17	Daya Aktual pada beban 3.5 kg .....	69
Tabel 4.18	Daya Aktual pada beban 4.5 kg .....	70
Tabel 4.19	Effisiensi thermal break aktual pada beban 3.5 kg .....	72
Tabel 4.20	Effisiensi thermal break aktual pada beban 4.5 kg .....	73
Tabel 4.21	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada beban 3.5 kg .....	75
Tabel 4.22	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada beban 4.5 kg .....	76
Tabel 4.23	Heat Losses pada beban 3.5 kg .....	78
Tabel 4.24	Heat Losses pada beban 4.5 kg .....	79
Tabel 4.25	Persentase Heat Loss pada beban 3.5 kg.....	81
Tabel 4.26	Persentase Heat Loss pada beban 4.5 kg.....	82

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
HHV	Nilai kalor bahan bakar atas	KJ/Kg. °C
LHV	Nilai kalor bahan bakar bawah	KJ/Kg. °C
M	Persentase kandungan air dalam bahan bakar	%
H <sub>2</sub>	Jumlah hidrogen dalam bahan bakar	%
P <sub>b</sub>	Daya poros	W
T	Torsi	Nm
n	Putaran	RPM
SFC	Konsumsi bahan bakar spesifik	Kg/KW.h
$\dot{m}_f$	Laju aliran bahan bakar	Kg/h
Sgf	Specific gravity	
t	Waktu	h
$\eta_b$	efisiensi termal	%
CV	Nilai kalor bahan bakar	KJ/kg
Heat Loss	Kehilangan panas	W
% Heat Loss	Persentase Heat Loss	%
V <sub>f</sub>	Volume bahan bakar yang di uji	ml
AFR	Rasio udara dengan bahan bakar	
$\dot{m}_a$	Laju aliran massa udara	Kg/h
CF	Faktor koreksi	
$\eta_v$	Efisiensi volumetrik	%
$\eta_m$	Efisiensi mekanis	%
$\rho_a$	Kerapatan udara	Kg/m <sup>3</sup>
T <sub>a</sub>	Suhu udara luar (ambient)	°C
T <sub>e</sub>	Suhu gas buang (exausht)	°C