PERFORMA MESIN DIESEL MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DICAMPUR ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT MANGGIS

Skripsi

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Oleh

Habib Maulana Ramadan

NIM.5202416046

PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020

PERSETUJUAN PEMBIMBING

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Habib Maulana Ramadan

NIM : 5202416046

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul : Performa Mesin Diesel Menggunakan bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ektrak Kulit Manggis

Skripsi ini telah disetujui pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 7 Juli 2020

Pembimbing

Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., MT

NIP. 196901061994031003

CS Dipindai dengan CamScanner

PENGESAHAN

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Performa Mesin Diesel Menggunakan bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ektrak Kulit Manggis telah dipertahankan di depan panitia sidang Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 15 September tahun 2020.

Oleh

Nama : Habib Maulana Ramadan

NIM : 5202416046

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Panitia Ujian

Ketua Panitia

Rusiayanto,SPd.,MT
NIP 197403211999031002

Sekretaris Penguji

Wahyudi, S.Pd, M.Eng
NIP 198003192005011001

Penguji 1

Dr. M Burhan Rubai Wijaya, M.Pd
NIP 196302131988031001

Penguji 2

Drs. Ramelan M.T
NIP 195009152017091257

Pembimbing

Dr Dwi Widjanarko,S.Pd,. ST., MT

Mengatahui

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM
NIP 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan doctor)baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telas ditulis atau dipubliskan orang lainkeculai secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini. Maka saya bersedia meneria sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang 5 November 2020

Yang membuat pernyataan

Habib Maulana Ramadan

NIM. 5202416046

iv

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

1. Usaha dan doa mengalahkan segala masalah.
2. Pantang menyerah dan selalu semangat kunci keberhasilan dalam menghadapi masalah

PERSEMBAHAN

Kerja keras dan usaha ini saya persembahkan kepada keluarga saya, terutama orang tua tercinta (Bapak Sugiarto dan Ibu Sri Nayiroh) yang selalu memberikan doa serta dukungan**.**

RINGKASAN

Habib Maulana Ramadan (2020)**,** ‘’ Performa Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis’’ Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T. Pendidikan Teknik Otomotif.

Penelitian ini untuk mengetahui pengujian penambahan zat antioksidan ekstrak kulit manggis pada bahan bakar biodiesel B30 terhadap performa torsi dan daya mesin diesel. Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan analisis statistik deskriptif. Putaran mesin yang digunakan 2000-4500 rpm dengan penambahan variasi eskrak antioksidan kulit manggis sebesar 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm. Antioksidan yang ditambahkan pada 1 liter biodiesel B30 berturut turut adalah 43,5 mg 87 mg dan 130,5 mg. jika dibandingkan nilai torsi dan daya dengan B30 murni penambahan 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm menyebabkan penurunan torsi dan daya. Penambahan 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm berturut turut menurunkan torsi sebesar 36,14%, 12,2 % dan 32,26%. mengacu pada daya maksimal standar mesin yang terjadi di 3900 rpm pada penggunaan antioksidan 50 ppm 100 ppm 150 ppm hanya mampu mencapai pada putaran 3100 rpm. Penambahan antioksidan kulit manggis menyebabkan pembakaran kurang baik sehingga daya dan rpm mesin tidak tercapai secara optimal.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur Penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Performa Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis”.

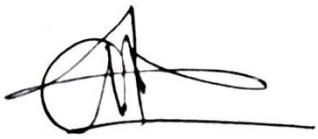
Proposal skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat untuk mengajukan skripsi pada Pendidikan program studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya dalam menyelesaikan proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Nur Qudus, MT. Dekan Fakultas Teknik UNNES.
2. Rusiyanto, S.Pd., MT. Ketua Jurusan Teknik Mesin UNNES.
3. Wahyudi, S.Pd., M.Eng. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.
4. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT. Pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis dalam penyusunan proposal skripsi.
5. Dr. Megawati, S.T., M.T. Dosen Teknik Kimia. Selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan memberi arahan dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Drs. Supraptono, M.Pd. selaku dosen penguji 1
7. Drs. Ramelan, M.T selaku dosen penguji 2
8. Bapak , Ibu dan keluarga yang selalu memberikan nasehat dan doa.

9. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis sadar sepenuhnya bahwa skripsi ini masih perlu adanya kritik dan saran yang bersifat membangun agar proposal skripsi ini lebih baik dan dapat diajukan sebagai bahan penelitian kedepannya. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Semarang, 20 Juli 2020



Habib Maulana ramadan

NIM. 202416046

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PENGESAHAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN iv
RINGKASAN vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG xii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 4
1.3 Pembatasan Masalah 5
1.4 Rumusan masalah 5
1.5 Tujuan Penelitian 6
1.6 Manfaat Penelitian 6
BAB II 7
KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 7
2.1 Kajian Pustaka 7
2.2 Landasan Teori 9
2.2.1 Mesin Diesel 9
2.2.2 Siklus Termodinamika Motor Bakar Mesin Diesel 9
2.2.3 Pembakaran dalam Motor Diesel 11
2.2.4 Bahan Bakar Mesin Diesel 13
2.2.5 Biodiesel 17
2.2.6 Antioksidan Untuk Biodiesel 22

2.2.7 Performa Mesin 23
2.3 Hipotesis Penelitian 25
BAB III 26
METODE PENELITIAN 26
3.1 Waktu dan Tempat penelitian 26
3.1.1 Waktu Penelitian 26
3.1.2 Tempat Penelitian 26
3.2 Desain Penelitian 26
3.3 Alat dan Bahan Penelitian 27
3.3.1 Alat Penelitian 27
3.3.2 Bahan Penelitian 27
3.4 Parameter Penelitian 29
3.4.1 Variabel Bebas 29
3.4.2 Variabel Terikat 30
3.4.3 Variabel Kontrol 30
3.5 Teknik Pengumpulan Data 31
3.5.1 Diagram Alur Penelitian 31
3.5.2 Proses Penelitian 32
3.5.3 Data Penelitian 35
3.6 Kaliberasi Penelitian 37
3.7 Teknik Analisis Data 38
BAB IV 39
HASIL DAN PEMBAHASAN 39
4.1 Deskripsi Data 39
4.2 Pembahasan 42
4.2.1 Pengaruh Penambahan Ekstrak Antioksidan Kulit Manggis Terhadap Torsi Mesin 42
4.2.2 Pengaruh Penambahan Ekstrak Antioksidan Kulit Manggis Terhadap Daya Mesin. 44
4.3 Hambatan dan kelemahan Penelitian 45
4.3.1 Kelemahan 45
4.3.2 Hambatan 46
BAB V 48

PENUTUP 48
5.1 Kesimpulan 48
5.2 Saran 48
DAFTAR PUSTAKA 50
LAMPIRAN 54

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG

kW	Kilo Watt
Nm	Newton meter
Ppm	part per million
Cc	cubical centimeter
RPM	rotation per minute
B30	kadar 30%
FFA	Free Fatty Acid
TMA	Titik Mati Atas
TMB	Titik Mati Bawah

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Minyak Solar Diesel Pertamina 16

Tabel 2.2 Spesifikasi Biosolar.....19

Tabel 2.3 Spesifikasi Bahan Bakar Biodiesel B30 20

Tabel 2.4 Syarat Syarat Biodiesel 21

Tabel 2.5 Sifat fisika dan sifat kimia fenolik 23

Tabel 3.1 Spesifikasi Dynotest.....27

Tabel 3.2 Spesifikasi Magnetic Stirer 27

Tabel 3.3 Spesifikasi Mesin Diesel Panther Isuzu Tahun 2015.....29

Tabel 3.4 Nilai Torsi Mesin Pada Campuran Biodiesel Dengan Ekstrak Kulit Manggis 35

Tabel 3.5 Nilai Daya Mesin Pada Campuran Biodiesel dengan Ekstrak Kulit Manggis 35

Tabel 4.1 Hasil pengujian daya mesin menggunakan bahan bakar B30 campuran B30 dengan antioksidan ekstrak kulit manggis.....40

Tabel 4.2 Hasil pengujian torsi mesin menggunakan bahan bakar B30 campuran B30 dengan antioksidan ekstrak kulit manggis.....41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Ganda (Sabathe) 10

Gambar 2.2. Siklus Actual Mesin Diesel 11

Gambar 2.3 Diagram Pembakaran Motor Diesel.....12

Gambar 2.4 Reaksi Pembuatan Biodiesel 18

Gambar 2.5 Skema Pengujian Performa Mesin Pada Dinamometer 24

Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian.....33

Gambar 4.1 Biodiesel Yang Sudah Dicampur Dengan Antioksidan 39

Gambar 4.2 Hubungan Antara Torsi Dengan Putaran Mesin Pada Variasi Bahan Bakar B30 Murni dan Campuran 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm.....42

Gambar 4.4 Hubungan Antara Daya Dengan Putaran Mesin Pada Variasi Bahan Bakar B30 Murni, Dan Campuran 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm 44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji performa B30 1 54

Lampiran 2. Hasil uji performa B30 2 54

Lampiran 3. Hasil uji performa B30+ 50 ppm antioksidan 1 55

Lampiran 4. Hasil uji performa B30 +50 ppm antioksidan 2 55

Lampiran 5. Hasil uji performa B30 + 100 ppm antioksidan 1 56

Lampiran 6. Hasil uji performa B30 + 100 ppm antioksidan 2 56

Lampiran 7.Hasil uji performa B30+150 ppm antioksidan 1 57

Lampiran 8. Hasil uji performa B30 +150 ppm antioksidan 2 57

Lampiran 9. Proses pengujian performa dengan Dynotest 58

Lampiran 10. Proses pencampuran antioksidan dengan B30.....59

Lampiran 11. Surat keterangan pembimbing skripsi 60

Lampiran 12. Surat Tugas 61

Lampiran 13. Surat izin penelitian Teknik mesin 62

Lampiran 14. Surat izin penelitian jurusan biologi.....63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan manusia saat ini sangat dibutuhkan transportasi masal salah satunya adalah kendaraan bermotor. Daerah perkotaan adalah daerah dengan jumlah peningkatan kendaraan bermotor yang cukup tinggi (Ihwanudin et al., 2015: 113). Seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan maka jumlah bahan bakar yang dikonsumsi juga akan semakin meningkat. meningkatnya jumlah kendaraan akan berdampak pada peningkatan jumlah konsumsi bahan bakar yang akan digunakan karena bahan bakar fosil merupakan jenis energi yang tidak terbaharukan maka jika terus di exploitasi secara terus menerus cadangannya akan menipis dan bisa habis suatu saat nanti. Menurut Bambang dalam Kuncahyo, et al., (2013: 62) bahwa setiap tahunnya kondisi cadangan bahan bakar fosil atau minyak bumi di Indonesia mengalami penurunan sebesar 10 %. Menurut Suroso dalam Herjanto dan Widana. (2012: 2) bahwa hal tersebut tidak sebanding dengan tingkat konsumsi terhadap bahan bakar fosil yang selalu meningkat setiap tahunnya yaitu sebesar 6 %.

Perlu adanya langkah untuk membuat bahan bakar alternative lain sebagai cadangan energi untuk masa depan. Dalam hal ini biodiesel sebagai salah satu alternative bahan bakar yang dapat digunakan khususnya untuk kendaraan dengan tipe mesin diesel. Biodiesel sebagai salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, dimana biodiesel memiliki kandungan ester asam lemak dari minyak

nabati yang dapat diperoleh dari tumbuhan diantaranya tumbuhan kelapa sawit,jarak pagar, biji kapuk. Darmawan dan Susila (2013: 81). Tentunya dengan kualitas yang kandungan bahan bakar yang hampir serupa dengan bahan bakar diesel pada umumnya sehingga tidak menurunkan kualitas performa dari mesin diesel itu sendiri.

Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi performa mesin, salah satunya adalah dari bahan bakar yang digunakan. kualitas bahan bakar akan mempengaruhi unjuk kerja mesin sehingga apabila kualitas bahan bakar yang digunakan pada mesin diesel itu semakin baik maka performa dari mesin diesel itu sendiri juga akan semakin baik. Penelitian terhadap performa mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar biodiesel berasal dari minyak jarak pagar oleh Rahardjo (2007: 43) bahwa ada peningkatan performa mesin terhadap pengunaan bahan bakar biodiesel tipe B20 meskipun tidak signifikan.

Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif mempunyai kemiripan karakteristik dengan karakteristik bahan bakar solar sehingga biodiesel dapat dijadikan sebagai pengganti dan dapat mengurangi angka penggunaan solar sebagai bahan bakar mesin diesel. Komariah, et al., (2013: 54) biodiesel dalam penggunaannya dicampur dengan bahan bakar solar biasa kemudian di aplikasikan langsung ke mesin diesel. Menurut Ketaren dalam Suaniti, et al., (2017: 49) biodiesel memiliki kadar bilangan asam yang cukup tinggi sehingga perlu adanya penambahan antioksidan untuk menghambat laju oksidasi dari biodiesel tersebut.

Rantai pendistribusian biodiesel dari sejak diproduksi sampai proses penyimpanan hingga sampai ketangan konsumen tentu membutuhkan waktu yang

lama sehingga memungkinkan biodiesel terpapar dengan udara dan mengalami oksidasi kondisi ini terlebih lagi dengan komposisi dari biodiesel yang terdiri dari metil atau etil ester asam lemak baik jenuh maupun asam lemak tak jenuh sehingga menjadikannya lebih rentan terkena oksidasi maupun auto-oksidasi selama masa penyimpanan karavalakis dan stournas (2010).

Proses oksidasi yang terjadi pada biodiesel salah satunya dapat menghasilkan air komponen air ini tentu saja berpengaruh dalam proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin. penelitian yang dilakukan oleh Oliveira et al.(2012) tentang faktor faktor yang berpengaruh pada kestabilan oksidasi biodiesel menunjukan kandungan air menjadi salah satu fokus sebagai penyebab turunya kestabilan oksidasi pada biodiesel. menurut Yang et al. (2013) melakukan investigasi terhadap faktor-faktor yang berpengaruh pada stabilitas oksidasi biodiesel selama penyimpanan, menunjukan Penambahan adiktif antioksidan mampu meningkatkan stabilitas oksidasi pada biodiesel.

Garcinia Mangostana L nama latin dari buah manggis merupakan satu diantara buah buahan yang banyak ditemukan di daerah tropis seperti di Indonesia. Masyarakat umum kebanyakan hanya memaanfaatkan daging buahnya saja sehingga kulit dan bijinya kurang dimanfaatkan dan menumpuk menjadi limbah. Salah satu Pemanfaatan limbah kulit manggis diantaranya dapat dimanfaatkan sebagai bahan adiktif sebagai campuran bahan bakar biodiesel. Kulit manggis dapat di ekstrasi dan di campur dengan biodiesel sehingga dapat meningkatkan kualitas dari Biodiesel tersebut. Kulit manggis memiliki kandungan senyawa flavonoid,

tanin dan xanton yang dapat digunakan sebagai sumber antioksidan alami Jung, et al., (2006: 2077).

Antioksidan sebagai zat adiktif yang dapat ditambahkan pada biodiesel akan berpengaruh pada sifat kimia biodiesel. Menurut Fattah, et al.,(2014: 269) biodiesel yang ditambahkan zat adiktif berupa antioksidan sintetis mempunyai dampak pada viskositas, nilai bakar, dan densitas bahan bakar. Perubahan karakter bahan bakar tersebut tentunya akan berpengaruh pada proses pembakaran pada mesin. menurut Tirtoadmojdo dan Wilyanto (2000: 127) bahan bakar solar yang mengalami penurunan viskositas dan densitas memililiki proses pengabutan bahan bakar yang lebih halus dan homogen kondisi ini dapat menyebabkan daya dan torsi mesin meningkat dan konsumsi bahan bakar menjadi lebih efektif.

Pengujian performa mesin menggunakan biodiesel dengan campuran antioksidan perlu dilakukan. Diharapkan dengan dilakukan penelitian ini mampu menghasilkan bahan bakar yang ramah lingkungan dan mampu menghasilkan performa mesin yang baik. Terlebih lagi masih sedikit penelitian yang telah dilakukan tentang pengujian performa mesin menggunakan biodiesel dengan campuran antioksidan, hal tersebut menjadi alasan yang kuat untuk melakukan penelitian tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini Berdasarkan latar belakang masalahnya adalah sebagai berikut:

a. Biodiesel memiliki kekurangan dimana mudah teroksidasi sehingga stabilitas oksidasinya menurun.

b. Penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis memperlambat laju oksidasi biodiesel.
c. Limbah kulit manggis yang masih banyak namun belum dimanfaatkan secara optimal.
d. Kulit manggis mengandung antioksidan dan dapat diekstrak sebagai bahan adiktif untuk mempengharuhi kualitas biodiesel.
e. Belum ada penelitian terdahulu yang menguji pengaruh penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis pada biodiesel terhadap performa mesin diesel.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian permasalahan dibatasi pada pembatasan masalah sebagai berikut:

a. Penelitian ini hanya membahas tentang pengaruh penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis pada biodiesel terhadap performa mesin diesel (torsi dan daya).
b. Bahan baku yang digunakan untuk memperoleh antioksidan berasal dari ekstrak kulit manggis.
c. Penundaan proses oksidasi pada biodiesel mengunakan antioksidan alami
d. Parameter yang akan diteliti adalah torsi dan daya mesin.
e. Antioksidan di campur dengan biodiesel dengan variasi campuran 5 ppm 10 pmm dan 15 ppm.

1.4 Rumusan masalah

Berdasarkan batasa masalah, permasalahan yang akan diungkap pada peneltian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

a. Adakah pengaruh penambahan ekstrak antioksidan kulit manggis pada biodiesel B30 tehadap torsi mesin diesel.?
b. Adakah pengaruh penambahan ekstrak antioksidan kulit manggis pada biodiesel B30 tehadap daya mesin diesel.?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

a. Mengetahui pengaruh penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis pada biodiesel B30 tehadap torsi mesin diesel.
b. Mengetahui pengaruh penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis pada biodiesel B30 tehadap daya mesin diesel.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian performa mesin diesel mempergunakan bahan bakar biodiesel dicampur antioksidan ektraksi kulit manggis adalah sebagai berikut:

a. Menghasilkan produk antioksidan ekstrak kulit manggis yang dapat menghambat proses oksidasi pada biodiesel B30
b. Diperoleh data pengujian performa mesin diesel berupa torsi dan daya yang dapat digunakan untuk pengetahuan tentang efek samping penggunaan yang dihasilkan oleh penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis pada biodiesel.
c. Menjadi salah satu alternatif sebagai zat adiktif yang dapat menekan laju oksidasi pada bahan bakar biodiesel.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Gregorio, et al., (2017) menunjukan bahwa antioksidan yang ditambahkan pada biodiesel B20 mempunyai pengaruh dalam meredam pembentukan asam yang terjadi dengan ditunjukan dari hasil penurunan konversi. Dengan hal tersebut antioksidan dapat menurunkan oksidasi pada biosolar dengan adanya penurunan bilangan asamnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dungir, et al., (2012) ekstrak kulit manggis mengandung fenolik yang cukup besar dengan total fenolik aktivitas antioksidan tertinggi terjadi pada ekstrak kulit manggis dengan pelarut methanol pada spesimen kering yaitu sejumlah 141,837 mg/kg.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Megawati, et al., (2018: 33) ada pengaruh penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis dan antioksidan ekstrak daun sirsak terhadap reaksi kinetika oksidasi biosolar B20 serbesar 37,74 ; 38,92 dan 41,01 kJ/mol dan factor tumbukan (A) sebesar 1070,2 ; 1047,65 ; dan 1394,09 pada sampel B20, biosolar B20 dengan penambahan ekstrak daun sirsak dan biosolar B20 dengan ekstrak kulit manggis. Penambahan antioksidan tersebut mempengaruhi hasil dan memberikan hasil yang posisitif terhadap parameter oksidasi

biosolar B20 sehingga penambahan ekstrak antioksidan tersebut mampu menghambat laju oksidasi pada biosolar B20.

Penelitian yang dilakukan oleh Suaniti, et al., (2017: 50) menunujukan bahwa penelitian tersebut dilakukan dengan cara menambahkan variasi ekstrak methanol kulit manggis dengan besaran konsentrasi sejumlah 0,01, 0,02, dan 0,03 b/v dengan biodiesel , pada biodiesel A1 A2 dan A3 kemudian disimpan pada botol dan didiamkan pada suhu kamar selama 6 minggu setelah itu dilakukan pengujian kadar FFA dan bilangan asamnya dari ekstrak kulit buah manggis yang ditambahkan tersebut menunjukan bahwa biodiesel dengan kode A1 mempunyai bilangan peroksida (34,7511±0) meq peroksida/1000 g penambahan ekstrak methanol kulit manggis pada biodiesel sebesar 0,01 % b/v dinilai memiliki tingkat keefektifan paling tinggi dalam meredam laju oksidasi pada biodiesel.

Peningkatan viskositas pada biodiesel dapat menyebabkan bahan bakar susah untuk diinjeksikan kedalam ruang bakar sehingga dapat mempengaruhi proses pembakaran, Menurut Banjari et al., (2015) nilai viskositas dan nyala api (*flash point*) dapat berpengaruh terhadap nyala api dan penguapan bahan bakar, semakin rendah nilai viskositas suatu bahan bakar maka bahan bakar tersebut memiliki nyala api yang cenderung stabil. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oliveira et al. (2012). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap oksidasi biodiesel menjadi fokus penelitian di banyak negara. Kandungan air yang terdapat dalam biodiesel menjadi salah satu penyebab turunnya kestabilan oksidasi. Proses produksi yang menjadikan pencucian dengan air panas sebagai langkah pemurnian dari asam

lemak turut meningkatkan kandungan air dalam biodiesel, selain air terlarut yang berasal dari bahan baku minyak nabati (Oliveira et al. 2012).

Berdasarkan kajian diatas biodiesel sebagai salah satu bahan bakar alternative mesin diesel masih memiliki kekurangan dimana tingkat penurunan stabilitas oksidasi dari biodiesel masih tergolong tinggi, penurunan stabilitas oksidasi dapat dihambat dengan menambahkan adiktif antioksidan kulit manggis. Penambahan antioksidan pada biodiesel dapat memperlambat pembentukan asam yang terjadi dengan adanya penurunan konversi kemudian akan menurunkan oksidasi pada biosolar dengan adanya penrurunan bilangan asamnya.

2.2 Landasan Teori

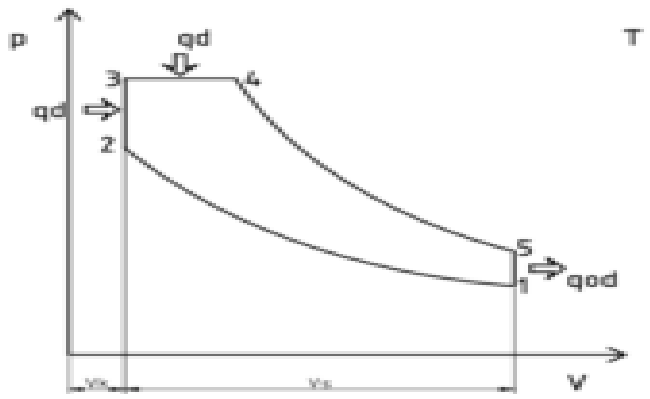
2.2.1 Mesin Diesel

Mesin Diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam (*internal combustion)* dimana proses pembakarannya terjadi di dalam mesin tersebut. Proses pembakaran terjadi karena adanya udara yang masuk kemudian terkompresi di dalam ruang silinder (ruang bakar) sehingga terjadi tekanan didalam ruang bakar menjadi tinggi dan suhu udara yang panas, bersamaan dengan hal tersebut disemprotkanlah bahan bakar solar melalui *nozzle* injeksi sehingga terjadi pembakaran Samlawi (2018:7).

2.2.2 Siklus Termodinamika Motor Bakar Mesin Diesel

Siklus termodinamika pada mesin diesel dahulu menggunakan siklus diesel akan tetapi untuk era saat ini mesin diesel tidak lagi menggunakan siklus diesel melainkan menggunakan siklus sabathe, dimana bahan bakar diijeksikan ke dalam ruang bakar pada akhir Langkah kompresi. Sebelumnya udara yang dihisap telah

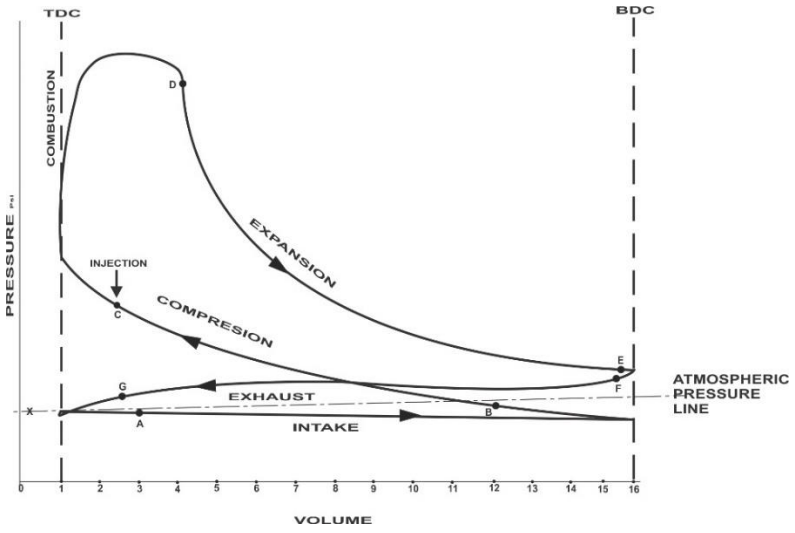
dikompresikan terlebih dahulu di dalam ruang bakar sehingga mengakibatkan tekanan dan suhunya mengalami kenaikan. Kenaikan suhu dan tekanan yang terjadi mengakibatkan bahan bakar menyala dan terjadi pembakaran sendiri (*autoignition*) tekanan kompresi 30 – 45 kg/cm^2 untuk temperature udara mampu mencapai 500 ^{0}C atau lebih.(Isuzu Training Center 2003:02).



Gambar 2.1 Siklus ganda (Sabathe)

Sumber : Sikora et al., (2019 : 44)

Gambar diatas menunjukan siklus teoritis termodinamika pada mesin diesel saat ini sudah tidak menggunakan siklus diesel lagi melainkan menggunakan siklus ganda (sabathe). Siklus ganda atau siklus sabathe. Dalam siklus diesel kerugian yang dialami dalam siklus lebih rendah daripada siklus otto. Kerugian yang paling besar disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna hal tersebut juga sebagai pembeda antara siklus teoritis dan siklus actual. Pada siklus teoritis pembakaran selesai diharapkan terjadi pada akhir pembakaran pada tekanan tetap, namun after burning masih berlanjut sampai setengah Langkah ekspansi. Berikut gambar siklus actual motor diesel.



Gambar 2.2 Siklus actual mesin diesel

Menurut Basyirun, et al., (2008: 15) proses pemasukan kalor pada motor bakar diesel terjadi pada saat ruang bakar dalam keadaan tekanan konstan sehingga siklus ini dinamakan sebagai siklus tekanan konstan, atau bisa disebut juga sebagai siklus diesel. Berbeda dengan siklus motor bakar bensin dimana pemasukan kalor justru terjadi pada saat volume konstan sehingga disebut sebagai siklus otto.

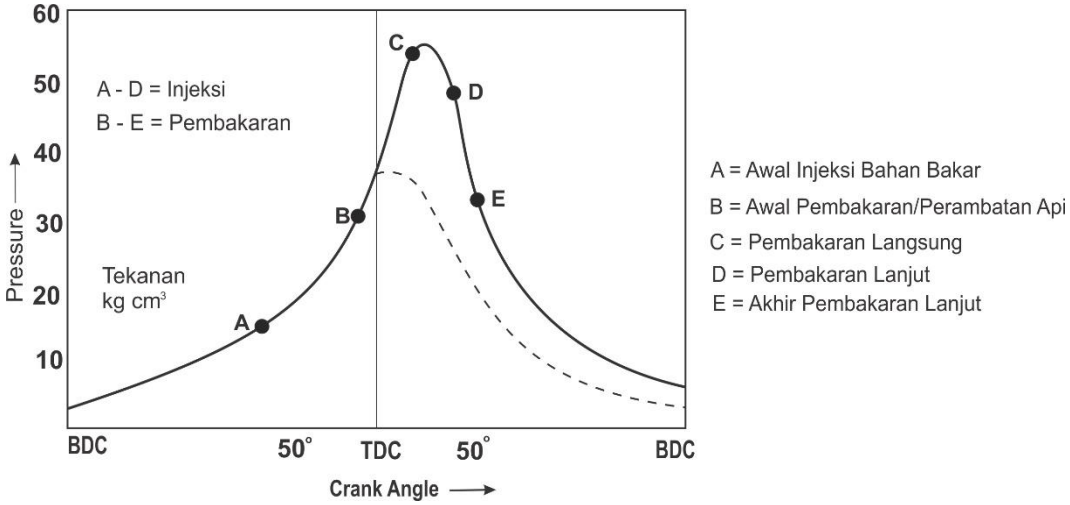
2.2.3 Pembakaran dalam Motor Diesel

Energi panas dihasilkan dari reaksi kimia antara bahan bakar dengan zat asam yang disebut proses pembakaran. Oleh karena itu dalam suatu pembakaran diperlukan adanya bahan bakar serta suhu tinggi untuk memulai suatu pembakaran. Pertama Bahan bakar dikabutkan dan dikeluarkan oleh nosel kedalam ruang bakar dalam kondisi berbentuk kabut. Pembakaran dapat terjadi jika campuran bahan bakar dan suhu udara telah mencapai kriteria pembakaran.

Menurut Samlawi (2018:21) kualitas pembakaran dapat dipengaruhi oleh beberapa factor Kadar oksigen, tekanan udara yang dikompresi, suhu / panas udara yang dikompresi, timing pembakaran, tekanan pengkabutan bahan bakar pada

injector, kualitas bahan bakar, jumlah (volume) bahan bakar yang dikabutkan. Factor yang mempengaruhi kualitas hasil pembakaran mesin diesel diantaranya yaitu oxygen dan kompresi yang tinggi, dan juga saat penyemprotan bahan bakar yang tepat atau yang dikenal dengan *(Injection timing)*. Apabila saat pemyemprotan bahan bakar tidak tepat maka daya yang dihasilkan juga tidak akan optimal.

Periode proses pembakaran dalam motor diesel terjadi dalam empat tahap sebagai berikut:



Gambar 2.3 diagram pembakaran motor diesel

a. Pembakaran keterlambatan/kelembaman pembakaran (titik A)

Pada titik A bahan bakar mulai diinjeksikan kedalam ruang bakar dan mulai bercampur dengan udara, pada titik A belum terjadi proses pembakaran. Pada periode ini biasanya dinamakan periode keterlambatan (*delay period*). Pada periode keterlambatan juga dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya factor bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder semprotan bahan bakar yang cenderung kasar akan mengakibatkan periode keterlambatannya lebih lama dibandingkan dengan yang halus, temperature dalam ruang bakar yang semakin tinggi periode

keterlambatan yang dialami akan semakin pendek, angka cetane bahan bakar yang semakin tinggi periode keterlambatannya juga akan semakin pendek.

b. Perambatan api/*flame propagation* (titik B)

Pada titik B terjadi proses perambatan api titik ini sudah mulai terjadi pembakaran ditandai dari bahan bakar yang mulai sedikit terbakar di beberapa tempat sehingga tekanan dan suhu pada ruang bakar mulai.

c. Pembakaran langsung/*direct combustion* (titik C)

Setelah terjadi perambatan api yang dimulai pada titik B dan tekanan ruang bakar sudah mencapai 50 kg/cm^2 maka pada titik C terjadi awal pembakaran langsung pada ruang bahan bakar sampai pada titik D

d. Pembakaran lanjut/ *after burning* (titik D)

Pada titik D terjadi proses pembakaran lanjut atau after burning pembakaran berlanjut pembakaran masih berlangsung sebab masih ada sisa bahan bakar yang belum terbakar di periode sebelumnya meskipun sudah tidak ada bahan bakar yang masuk.

e. Akhir pembakaran lanjut (titik E)

Pada titik E pembakaran berakhir sisa bahan bakar sudah terbakar habis kemudian tekanan pada ruang bakar terus menerus turun piston bergerak mendekati titik mati bawah (TMB).

2.2.4 Bahan Bakar Mesin Diesel

Bahan bakar mesin diesel (solar) merupakan campuran dari hidrokarbon yang berasal dari tahap penyulingan minyak bumi yang diproses pada suhu dengan rentang antara 200^{0}C-300^{0}C. Minyak solar yang umum dipakai merupakan

senyawa hidrokarbon yang mempunyai rantai lurus ($C_{16}H_{34}$) dan alpha-methilnapthalene. Pada motor diesel memerlukan bahan bakar yang mempunyai karakteristik mudah terbakar sendiri dan memberikan periode persyaratan pembakaran yang rendah. Menurut Darmanto (2006: 64). Bahan bakar mesin diesel memiliki sifat sifat yang dapat mempengaruhi performa kerja mesin diesel antara lain: cetane number, penguapan (volaity), residu karbon, sifat korosi abu endapan titik nyala, mutu nyala, titik tuang dan viskositas belerang.

Menurut Pertamina (2008) minyak diesel (solar) merupakan bahan bakar yang tergolong distilat karena mengandung pecahan-pecahan berat atau campuran yang terdiri dari distilat kelompok berat dan ringan dan mempunyai warna gelap namun masih berbentuk cair dalam suhu rendah. Umumnya bahan bakar diesel (solar) ini digunakan pada mesin diesel yang memiliki putaran mesin yang rendah sampai tinggi yaitu pada rentang 750-4500 rpm. Minyak diesel juga digunakan sebagai bahan bakar pada dunia industry yang biasa disebut *Marine Diesel Fuel* (*MDF*) atau *Industrial Diesel Oil* (*IDO*).

Sifat fisik bahan bakar dapat dipengaruhi oleh beberapa factor diantara banyak sifat fisik bahan bakar diesel yang dapat mempengaruhi performa dari mesin diesel terdiri dari 4 pokok parameter diantaranya yaitu nilai kalor, sifat densitas, viskositas bahan bakar. (Komariah, et al., 2013: 54) selain itu angka cetane yang terdapat pada bahan bakar diesel juga berdampak terhadap kualitas bahan bakar diesel itu sendiri.

a. Viskositas Bahan Bakar

Viskositas bahan bakar merupakan resistansi suatu cairan untuk bergerak atau bergeser resistansi tersebut disebabkan karena adanya gesekan antar molekul yang berpindah pindah satu sama lain. Oleh karena itu viskositas dapat dikatakan sebagai ukuran hambatan suatu bahan terhadap aliran (Juhantoro, et al., 2012: 272)

Masing-masing bahan bakar memliki sifat dan kekentalan yang berbeda beda terhadap suatu aliran dan sifat pelumasannya. Kekentalan suatu bahan bakar dapat dikatan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk suatu bidang tertentu pada jangkauan jarak tertentu dan pada waktu tertentu juga. Viskositas bahan bakar memiliki dampak yang cukup signifikan pada bentuk semprotan pada penginjection suatu bahan bakar (Wibawa, et al., 2015: 37).

Karakteristik viskositas bahan bakar menjadi hal yang penting untuk diperhatikan dimana viskositas bahan bakar yang terlalu tinggi justru akan menyebabkan bahan bakar susah untuk dipompa dan dikabutkan sehingga perbandingan campuran udara dengan bahan bakar yang baik tidak dapat tercapai. Viskositas bahan bakar yang terlalu rendah juga memberikan pengaruh kurang baik terhadap pembakaran karena bahan bakar akan terlalu mudah dipompa dan dikabutkan sehingga bahan bakar yang terbakar menjadi semakin banyak yang menyebabkan mesin menjadi cepat panas.

b. Nilai kalor

Nilai kalor merupakan jumlah panas yang dihasilkan oleh suatu bahan bakar sebesar 1 kg apabila bahan bakar tersebut habis terbakar secara sempurna. Nilai

kalor solar menghasilkan 10000 kkal/kg artinya 1 kg solar mampu menghasilkan 10000 kkal.

Menurut Wibawa, et al., (2015 :37) nilai kalor pada suatu bahan bakar diesel dapat diukur menggunakan oksigen bomb calorimeter. Nilai kalor dapat dihitung dengan rumus empiris dibawah ini

NK = 18,650 + 40 (API – 10) BTU/lb (2.2)

API = API Gravity pada 60oF = (141,5/Specific Gravity) – 131,5 2.3.

c. Angka setana

Angka setana merupakan nilai yang menunjukan kemampuan suatu bahan bakar untuk menyala dengan sendirinya. Suatu bahan bakar yang yang memiliki angka setana yang tinggibahan bakar tersebut akan semakin cepat terbakar. Angka setana memiliki mutu penyalaan yang baik sedangkan alpha methyl naphthalene memiliki mutu penyalaan yang buruk. Bilangan cetane 58.034 berarti bahan bakar cetane terdiri dari atas 58.034 cetana dan 41.966 a (Soeryawidjaja: 2003).

Karakteristik minyak diesel (solar) telah diatur dan ditentukan oleh direktorat jendral minyak dan gas bumi no 14499k/14/DJM/2008 tanggal 21 agustus 2008 tentang standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak diesel yang dipasarkan dalam negeri pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Karakteristik minyak diesel (solar) pertamina

No	Karakteristik	Satuan	Batasan				Metode uji ASTM
			Diesel 1		Diesel 2		
			Min	Max	Min	Max	
1	Densitas pada 15 ^{0}C	Kg/m3	-	900	-	920	D 1298/D 4052

2	Viskositas kinematic pada 40 ^{0}C	Mm2/dt	2,5	11,0	-	24,0	D 445
3	Titik nyala PMcc	^{0}C	60	-	60	-	D 93
4	Titik tuang	^{0}C	-	18	-	21	D 97
5	Micro karbon residu	% m/m	-	0,50	-	3,00	D 4530
6	Kandungan abu	% m/m	-	0,02	-	0,05	D 482
7	Sendimen dengan ekstraksi	% m/m	-	0,02	-	-	D 473
8	Kandungan air	%v/v	-	0,25	-	0,30	D 95
9	Angka setana	-	35	-	-	-	D 613
10	Kandungan sulfur	% m/m	-	1,5	-	2,0	D 1552/ D 2622
11	Vanadium	Mg/kg	-	100	-	100	ASS
12	Aluminium + silicon	Mg/kg	-	25	-	25	D 5184/ D ASS
13	Warna	No ASTM	6	-	6	-	D 1500

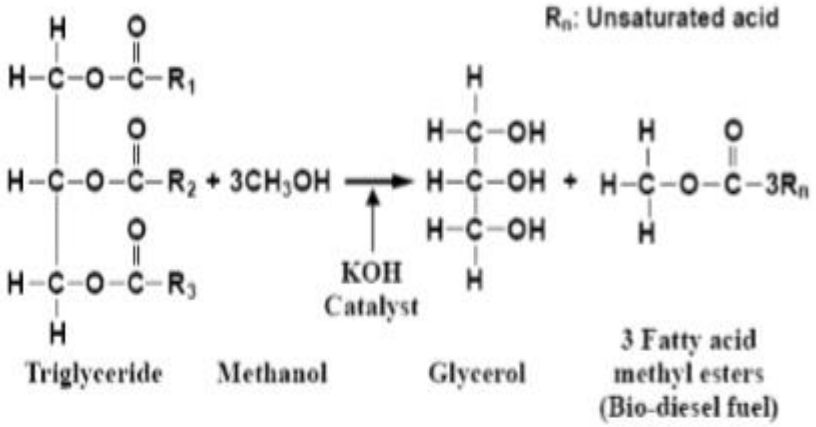
Sumber: www.pertamina.com

2.2.5 Biodiesel

Bahan bakar jenis biodiesel merupakan gabungan senyawa mestil ester dan asam lemak. Biodiesel dapat dibuat melalui proses asam lemak yang diesterifikasi dan dari minyak nabati. Minyak nabati terdiri dari senyawa trigliserida dimana senyawa tersebut adalah rantai Panjang dari ester asam lemak. Kemudian terjadi reaksi trans-esterifikasi antara trigliserida dengan alcohol yang mempunyai rantai pendek seperti etanol dan methanol yang dapat menghasilkan metal ester (biodiesel) dan gliserol (Setyawardhani, et al., 2010 :1).

Pembuatan biodiesel terdiri dari minyak nabati atau minyak hewani yang mempunyai kualitas yang distandarkan. Biodiesel termasuk ester metil asam lemak atau *fatty acid methyl ester* (FAME) dimana bahan bakar jenis ini digunakan pada mesin diesel. Biodiesel terbentuk dari reaksi yang terjadi antara methanol dengan asam lemak yang diolah melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH, dari proses tersebut akan menghasilkan biodiesel berupa endapan gliserol

(Nurhadi, 2015: 1). Biodiesel memliliki sifat atau karakteristik dimana biodiesel sangat mudah untuk terdegradasi (*biodegradable*) bersifat aromatic, mempunyai angka setana yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak solar, dan sedikit mengandung sulfur. Dengan karakteristik tersebut biodiesel dapat meminamilisir emisi pembakaran sehingga lebih ramah lingkungan (Nurhadi 2015: 1).



.

Gambar 2.4 Reaksi Pembuatan Biodiesel
(Ma'ruf, 2015: 8)

Dibandingkan dengan bahan bakar solar biasa Biodiesel memiliki beberapa keunggulan. Biodiesel mempunyai angka setana yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar. Kondisi tersebut sangat baik untuk meningkatkan pembakaran yang lebih sempurna dan menghasilkan performa yang lebih baik pada mesin diesel. Biodiesel memiliki viskositas 2 kali lebih besar dari minyak solar hal tersebut berpengaruh pada lubrisitas mesin. Biodiesel dapat dibuat dengan bahan nabati sehingga kandungan sulfur dan senyawa aromatiknya jadi lebih rendah (Bezergianni, et al., 2011).

Standarisasi dan spesifikasi biosolar telah diatur oleh kementrian ESDM melalui PT Pertamina standarisasi pada biosolar meliputi karakterisitik biosolar

satuan batasan serta metode uji yang digunakan untuk menguji biodiesel tersebut, berikut adalah tabel spesifasi biosolar berdasarkan PT Pertamina:

Tabel 2.2 Spesifikasi biosolar

No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode uji
			Minimum	Maksimum	
1	Bilangan setana		48		ASTM D613
	angka setana atau indeks setana		45		ASTM D4737
2	Densitas (pada suhu 15 C)	Kg/m3	815	860	D1298/ D4052
3	Viskositas (pada suhu 40 C)	CSt	2,0	4,5	ASTM D445
4	Sulfur	%m/m	-	0,25	D2622/ D5453/ D4294/ D7039
5	Destilasi: 90% vol penguapan	^{0}C	-	370	D86
6	Titik tuang	^{0}C	-	18	D93
7	Titik nyala	^{0}C	52	-	D93
8	Karbon residu	%m/m	-	0,1	D4530/D189
9	Air	mg/kg	-	500	D6304
10	*Biological Growth*	-	Nihil		
11	Unsur FAME	%v/v	-	-	
12	Kandungan methanol	%v/v	Tak terdeteksi		D4815
13	Korosi bilah tembaga	Merit	-	Kelas 1	D130
14	unsur abu	%v/v	-	0,01	D482
15	Kandungan Sendimen	%m/m	-	0,01	D473
16	Bilangan asam kuat	mgKOH/g	-	0	D664
17	Bilangan asam total	mgKOH/g	-	0,6	D664
18	Penampilan visual	-	Jernih dan terang	-	
19	Warna	No ASTM	-	3,0	ASTM D1500
20.	*Lubricity*(HFRR wear scar dia @60 ^{0}C)	Micron	-	460	D6079

Sumber: www.pertamina.com

Pada penelitian ini bahan bakar yang digunakan adalah biodiesel dengan jenis B30 dari Pertamina, bahan bakar biodiesel B30 mempunyai karakteristik serta sifat yang berbeda dari biodiesel menurut Pertamina bahan bakar biodiesel jenis B30 memiliki sifat dan karakteristik seperti dibawah ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi bahan bakar biodiesel B30

Sumber: www.esdm.go.id

No	Karakteristik	Nilai	Satuan
1	Massa Jenis (pada 40 C)	850-890	Kg/m^3
2	Viskositas Kinematik (pada 40 C)	2,3-6,0	Mm^2/s(cst)
3	Angka setana	Min 51	
4	Titik nyala	130	^0C
5	Korosi lempeng tembaga (50 C)	3	Jam
6	Residu karbon	0,05% atau 0,3%(dalam 10% ampas destilasi)	Massa
7	Temperatur destilasi(90 C)	360	^0C
8	Abu sulfat	Maks 0,02%	Massa
9	Belerang	Maks 10	mg/Kg
10	Fosfor	Maks 4	mg/Kg
11	Angka asam	Maks 0,4	Mg-KOH/g
12	Gliserol bebas	Maks 0,02 %	Massa
13	Gliserol total	Maks 0,24%	Massa
14	Kadar ester metil	Min 96,5%	Massa
15	Angka iodium	Maks 115%-massa	(g-12/100 g)
16	Kestabilan oksidasi	Metode rancimat 600 menit dan metode petrooksi 45 menit	Menit
17	Monogliserida	Maks 0,55	Massa
18	Warna (ASTM D-1500)	Maks 3	
19	Kadar air (metode uji D-6304)	Maks 350	Ppm
20	CFPP (cold filter plugging point) metode D-6371	Maks 15	^0C
21	Logam I (EN 14108/14109, EN 14538)	Maks 5	mg/Kg
22	Logam II (EN 14538)	Maks 5	mg/Kg
23	Total kontaminan (ASTM D 2276, ASTM D 5452, ASTM D 6217)	Maks 20	mg/liter

Dalam mengatur mutu dan standar biodiesel memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk mengetahui kelayakan dari sebuah biodiesel. Dalam tabel tersebut disajikan data berupa parameter pengujian biodiesel,satuan,persyaratan dan metode pengujian alternative semua data tersaji dalam tabel. Tabel mengenai syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh biodiesel data diambil dari Balai Teknologi bahan bakar dan Rekayasa Design tahun 2015 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Syarat-syarat biodiesel
(Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain, 2015)

No	Parameter pengujian	Satuan Min/max	Persyaratan	Metode uji alternative
1	Masa jenis pada 40 ^{0}C	Kg/m3	850-890	ASTM D 1298 ATAU ASTM D 4052
2	Viskositas Kinematik pada 40 ^{0}C	Mm2/(cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	Min	51	ASTM D 613 atau 6890
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	^{0}C, maks	100	ASTM D 93
5	Titik Kabut	^{0}C maks	18	ASTM D 2500
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 ^{0}C)		Nomor 1	ASTM D 130
7	Residu karbon Dalam per contoh asli atau Dalam 10 % ampas destilasi	%- masa, maks	0,05 0,03	ASTM D 4530 atau ASTM D 189
8	Air dan sedimen	% - vol maks	0,05	ASTM D 2709
9	Temperatur destilasi 90%	^{0}C, maks	360	ASTM D 1160
10	Abu tersulfatkan	%-masa, maks	0,02	ASTM D 874
11	Belerang	Mg/kg, maks	100	ASTM D 5435 atau ASTM D 1266 atau ASTM D 4294 atau ASTM D 2622
12	Fosfor	Mg/kg, maks	10	AOCS Ca 12-55
13	Angka asam	Mg-KOH/g,maks	0,5	AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D 664
14	Gliserol Bebas	%-massa, maks	0,02	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
16	Kadar ester metal	%-massa, min	96,5	
17	Angka iodium	5 massa (g-12/100 g)	115	AOCS Cd1-25

18	kadar monogliserida	%-massa, maks	0,8	ASTM D 6584
19	Kestabilan oksidasi	Menit	360	EN 15751
	Periode induksi metode rancimat atau		270	ASTM D 7545
	Periode induksi metode petro oksi			

2.2.6 Antioksidan Untuk Biodiesel

Menurut Windono dalam Dungir, et al., (2012: 11) antioksidan merupakan senyawa yang bisa digunakan sebagai bahan untuk memperlambat kerusakan kerusakan yang disebabkan oleh proses oksidasi. Antioksidan dapat memperlambat pembentukan radikal bebas karena antioksidan mampu menyumbangkan radikal hydrogen yang bertugas sebagai penerima radikal bebas sehingga mampu memperlambat rantai reaksi pembentukan radikal bebas Dungir, et al., (2012: 11).

Antioksidan dalam pembagiannya terbagi menjadi 2 jenis kelompok berdasarkan sumbernya yaitu antioksidan buatan dan antioksidan alami (Meenakshi et al., 2009: 8).

Antioksidan alami banyak terdapat pada tumbuhan sedangkan antioksidan sintetis (buatan) yang banyak digunakan diberbagai negara seperti BHA (*Butylated Hydroxi Anosil*), TBHQ (*Tertier Butylated Hydroxy Quinone*), BHT (*Butylated Hydroxy Toluene*) (Margaretta et al., 2013: 21-23)

Sifat-sifat antioksidan biasanya dijadikan sebagai parameter yang penting untuk diketahui. Diantara sifat-sifat tersebut adalah kadar senyawa antioksidan yang terkadung dalam sebuah produk yang menunjukan kadar dan kapasitas tingkat kinerja sebagai antioksidan. Analisis sifat antioksidan dipusatkan pada kandungan alfa-mangostin yang merupakan senyawa utama dari kelompok xanthone, senyawa

antosianin, jumlah fenolik dan kapasitas antioksidan bubuk kulit buah manggis (Permana et al., 2017: 91).

Sifat yang antioksidan yang terdapat pada kulit buah manggis memiliki kandungan alfa-mangostin berjumlah 0,59 mg/g kemudian kandungan antosianin sebanyak 1,13 mg/g dan kadar kandungan fenolik berjumlah8,49 mg/g serta kulit buah manggis memiliki kapasitas kandungan antioksidan berjumlah 19,72 mg/g AEAC yang setara dengan 42,8% asam askorbat (Permana, et al., 2017: 93).

Tabel 2.5 Sifat fisika dan sifat kimia fenolik

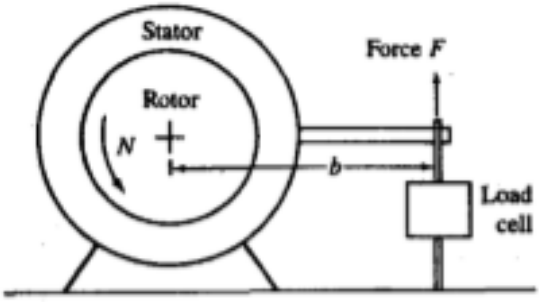
No	Karakteristik	Hasil
1	Keadaan fisik	Padat
2	Bau	Khas, aromatik, manis dan tajam
3	Rasa	Terbakar
4	Berat Molekul	94,11 g / mol
5	Warna	Tidak berwarna hingga merah muda terang
6	pH (1% soln / air)	Tidak tersedia.
7	Titik Didih	182 ° C (359,6 ° F)
8	Titik lebur	42 ° C (107,6 ° F)
9	Suhu Kritis	694.2 (1281.6 ° F)
10	Gravitasi Spesifik	1.057 (Air = 1)
11	Tekanan Uap	Tidak dipakai.
12	Kepadatan Uap	3,24 (Udara = 1)
13	Ambang Bau	0,048 ppm
14	Air / Minyak Dist Coeff	lebih larut dalam minyak; log (minyak / air) = 1,5
15	Ionicity (dalam Air	tidak ada
16	Dispersi Properti	Methanol, lihat kelarutan pada air,aseton dietil eter,

Sumber: www.hmdb.ca

2.2.7 Performa Mesin

Menurut Heywood, (1988: 46) Dynamometer merupakan alat untuk pengukuran torsi dan daya pada mesin diesel. Pengujian dilakukan dengan menempatkan mesin pada alat pengujian kemudian mesin dijepit dan diberi sabuk pengaman (*belt)*. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan rotor dynamometer

dengan sumber tenaga (mesin diesel) dimana mesin diesel akan memutarkan rotor dynamometer tersebut Torsi akan diukur dengan dengan putaran rotor dengan menyeimbangkan antara stator dengan beban, pegas, dan pneumatic.



Gamba 2.5 Skema pengujian performa mesin pada dinamometer
(Heywood, 1988: 46)

a. Torsi

Menurut Heywood, (1988: 46) Torsi merupakan suatu turunan yang digunakan untuk menghitung kerja yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya kerja dalam hal ini adalah mesin diesel Secara teoritis rumus dalam perhitungan torsi adalah sebagai berikut.

T = F x b (Nm)…….2.1

Keterangan:

T = Torsi (Nm)

F = Gayasentrifugal benda putar (N)

b = Jarak benda ke pusat rotasi(m)

b. Daya

Menurut Heywood, (1988: 46) daya mesin adalah Jumlah energi yang dihasilkan mesin dalam satuan waktu Secara teoritis rumus yang dipakai dalam perhitungan daya adalah sebagai berikut.

$P = 2 \times \pi \times N \times T$ (W) ……2.2

Keterangan:

P = daya mesin (Watt)

T = Torsi mesin (Nm)

N = Putaran mesin (rpm)

2.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut

a. Adanya pengaruh torsi mesin diesel pada campuran bahan bakar biodiesel dengan antioksidan ekstrak kulit manggis.
b. Adanya pengaruh daya mesin diesel pada campuran bahan bakar biodiesel dengan antioksidan ekstrak kulit manggis pada daya mesin diesel.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari tahun 2020

3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Lab Uji Performa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang Lab Biologi Universitas Negeri Semarang dan Lab Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah Jenis penelitian kuantitatif dan metode penelitian adalah metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan memberikan perlakuan pada objek penelitian dengan dikendalikan oleh variable variable penelitian sebagai acuan dan dikontrol secara ketat Sugiyono (2017: 72). Pada penelitian ini perlakuan yang diberikan pada objek penelitian adalah berupa variasi konsentrasi campuran antioksidan ekstrak kulit buah manggis dengan bahan bakar biodiesel. Teknik pengumpulan data dengan menggunakan tabulasi data dari hasil pengujian yang dilakukan.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagi berikut :

1. *Dyno Test* (dynamometer)

Pada penelitian ini *Dyno Test* akan digunakan untuk mengukur performa mesin yaitu mengukur torsi dan daya mesin dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi dynotest

Spesifikasi	Nilai
Merk	Maha
Model	LPS
Nomor seri	LPS 3000 PKW V 2.01.001(28. 10. 2011)
Diameter roller	318 mm
Panjang roller	750 mm
Tekanan udara lift	6-8 bar
Tipe roller	2 WD
Daya roda maksimal	700 HP
Sumber tegangan	230 v

2. *Magnetic stirrer*

Pada penelitian ini untuk membuat campuran antioksidan dengan bahan bakar digunakan magnetic stirrer, berikut spesifikasinya.

Tabel 3.2 Spesifikasi *magnetic stirrer*

Spesifikasi	Nilai
Jenis alat	Hotplate and Stirer
Merk	*Thermo ScientifiicCIMAREC*
Type	SP131320
Kecepatan	60-1200 rpm
Masimal beban	4 liter
Temperatur	5^0C-450^0C
Temp Stability	2^0C
Pemanasan maksimal kerja	8 menit

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

a. Antioksidan ektrak kulit manggis
b. Biodiesel pertamina jenis B30.
c. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume campuran etanol dan mengukur volume campuran biodiesel dengan antioksidan ekstrak kulit manggis
d. Erlenmeyer berfungsi sebagai wadah untuk mencampurkan antioksidan ekstrak kulit manggis dengan etanol
e. Botol berfungsi sebagai wadah antioksidan
f. Pengaduk
g. Filter atau saringan kasa berfungsi untuk menyaring campuran biodiesel dengan antioksidan
h. Blower berfungsi sebagai pendingin alat ini dgunakan untuk menstabilkan suhu mesin pada saat pengujian agar mesin tidak terjadi *overheating* atau suhu berlebihan blower tersebut akan mengalirkan udara bebas kea rah mesin secara continue sesuai program yang dijalankan alat tersebut terkonfigurasi dengan *dyno test*.
i. Sabuk pengikat atau pengaman berfungsi sebagai pengaman mobil pada saat pengujian sabuk ini terpasang dengan kail besi yang tertancap pada lantai dan diikatkan ke mobil pada saat pengujian untuk mencegah sewaktu waktu terjadi kecelakaan atau kesalahan pengujian.
j. Buret berfungsi sebagai alat untuk menampung bahan bakar dan menggantikan tangka bahan bakar sementara, buret juga berfungsi sebagai alat ukur untuk mengukur volume bahan bakar yang akan diuji dalam satuan cc.
k. Satu unit mobil Panther Isuzu, dengan spesifikasi mesin diesel sebagai berikut:

Tabel 3.3 Spesifikasi mesin diesel panther isuzu tahun 2015

Tipe	Spesifikasi
Mesin	Diesel 4 langkah, *direct injection*
Volume langkah (cc)	2.499
Diameter x langkah (mm)	93 x 92
Pendingin	Air
Jumlah piston	4
Kapasitas tangka (liter)	55
Jenis mesin	4JA1
Torsi maksimal	175 Nm pada 2300 rpm
Daya maksimal	86 hp pada 3900 rpm

3.4 Parameter Penelitian

Penelitian ini menggunakan parameter sebagai berikut

3.4.1 Variabel Bebas

Variable bebas merupakan varibel yang dapat mempengaruhi timbulnya variable terikat, atau bisa dikatakan sebagai variabel yang mampu mempengaruhi variabel terikat Sugiyono (2017: 39). Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi campuran antioksidan ekstrak kulit manggis dengan biodiesel B30 dengan variasi campuran sebagai berikut:

a. 0 ppm antioksidan dicampur dengan biodiesel B30.

b. 50 ppm antioksidan dicampur dengan biodiesel B30.

c. 100 ppm antioksidan dicampur dengan biodiesel B30.

d. 150 ppm antioksidan dicampur dengan biodiesel B30.

Menurut Varatharajan K (2012 :526) Konsentrasi antioksidan terhadap biodiesel berkisar antara 250 hingga 1000 ppm, dan perubahan besar dalam emisi NOX berkorelasi dengan pembobotan antioksidan aditif yang lebih besar

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan suatu variabel yang dapat dipengaruhi oleh variabel bebas atau dengan kata lain akibat dari adanya variabel bebas Sugiyono (2017: 39). Pada penelitian ini menggunakan variabel terikat sebagai berikut torsi dan daya mesin diesel

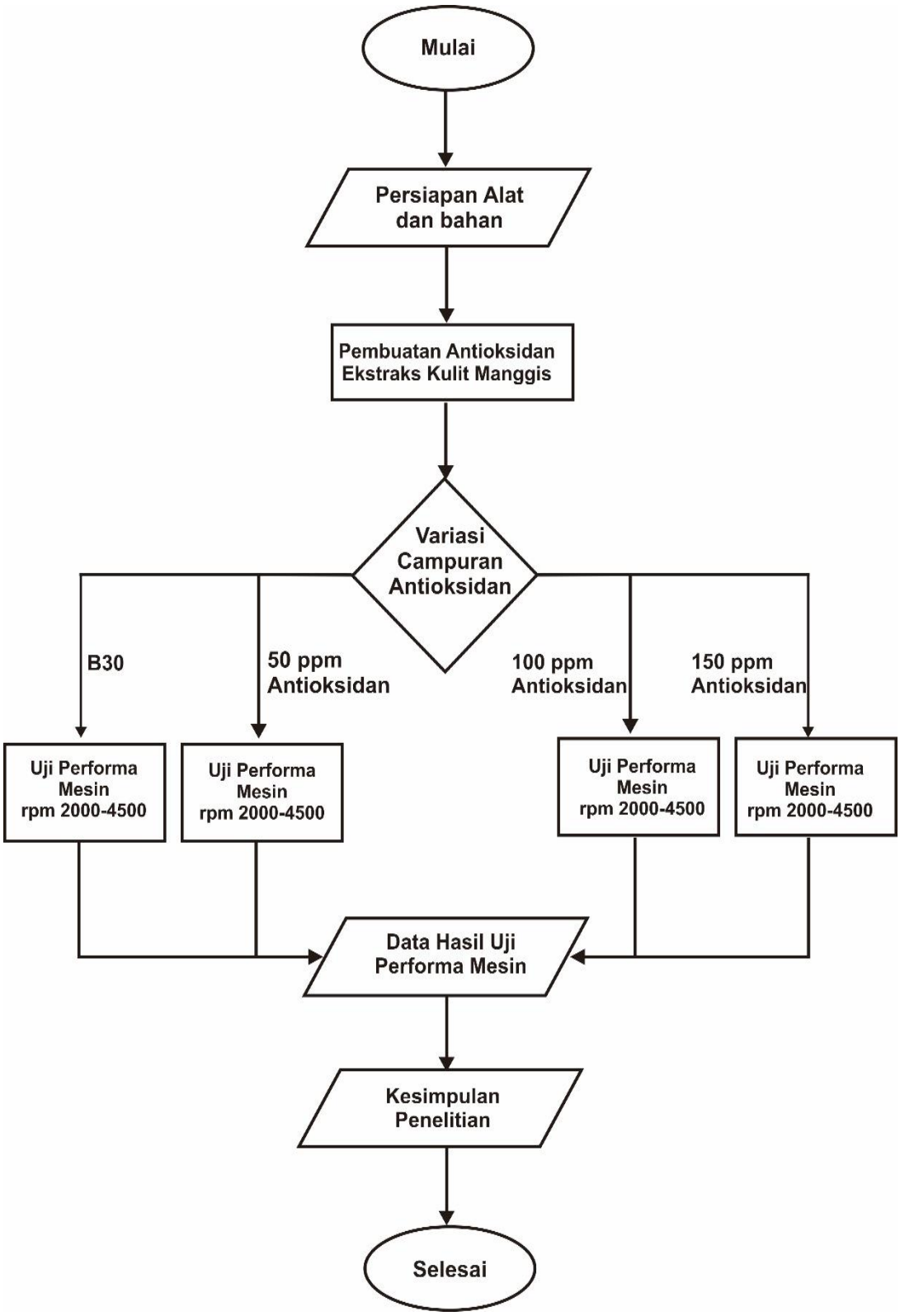
3.4.3 Variabel Kontrol

Variabel control merupakan variabel yang dibuat tetap sehingga variable terikat hanya dipengaruhi oleh variable bebas dan tidak dipengaruhi oleh factor factor lain dari luar penelitian Sugiyono (2017: 41). Variable control pada penelitian ini adalah.

a. Antioksidan ekstrak kulit manggis
b. Suhu udara yaitu suhu udara kamar 23-35 ^{0}C
c. Suhu mesin yaitu 70 -80 ^{0}C

3.5 Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Diagram Alur Penelitian



3.5.2 Proses Penelitian

3.5.2.1 Proses pembuatan dan Perhitungan Kadar ppm Antioksidan

a. Siapkan bubuk kulit manggis

b. untuk variasi campuran dengan kadar 50 ppm antioksidan dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

berat antioksidan = 50 x berat larutan : 10^6

= 50 x 870 :10^6 = 0,0435 gr = 43,5 mg

c. untuk variasi campuran dengan kadar 100 ppm antioksidan dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

berat antioksidan = 100 x berat larutan : 10^6

=100 x 870 : 10^6 = 0,087 gr = 87 mg

d. untuk variasi campuran dengan kadar 150 ppm antioksidan dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

berat antioksidan = 150 x berat larutan : 10^6

= 150 x 870 : 10^6 = 0,1305 gr = 130,5 mg

3.5.2.2 Proses Pencampuran Antioksidan dengan Biodiesel B30 Menggunakan Magnetic Stirer

a. Siapkan antioksidan ekstrak kulit manggis

b. Ukur kadar ppm antioksidan sebesar 50 ppm, 100 ppm dan 150 ppm.

c. Untuk membuat 50 ppm antioksaidan ekstrak kulit manggis maka siapkan serbuk ekstrak kulit manggis dengan berat 43,5 mg dan diletak pada gelas kemudian siapkan plastic untuk menyimpan

d. Pisahkan antioksidan dan masukan pada plastic sesuai kadar ppm masing masing.
e. Siapkan biodiesel B30 sejumlah 1 liter tempatkan pada Erlenmeyer dan kemudian tempatkan pada *magnetic stirrer*.
f. Siapkan magnetic stirer
g. Kaliberasi Magnetic stirrer dan atur suhu pada 40 C^0 dan kecepatan putar pada 6 kali kelipatan rpm magnetic stirer tersebut.
h. Campurkan antioksidan dengan 1 liter biodiesel B30 pertamina menggunakan Magnetic stirrer tekan tombol on untuk memulai *mixing* kemudian tunggu 15 menit agar antioksidan ekstrak kulit manggis larut dalam biodiesel.
i. Setelah 15 menit pindahkan biodiesel B30 yang telah dicampur kedalam wadah botol kemudian diberi label untuk penandaan.
j. Lakukan proses a sampai i untuk setiap variasi campuran 100 ppm dan 150 ppm antioksidan.
k. Setelah mendapatkan campuran disetiap variasi kadar antioksidan kemudian biodiesel B30 disimpan pada suhu kamar 23-30 C^0 selama 24 jam, penyimpanan tersebut bertujuan agar antioksidan larut dalam biodiesel B30
l. Kemudian lakukan penyaringan dengan kertas kasa untuk menyaring residu residu yang tidak larut dalam biodiesel.

3.5.2.3 Proses Pengujian Performa Pada Mesin Diesel

a. Melakukan pemeriksaan terhadap system pendingin pada mobil
b. Melakukan pemeriksaan terhadap system bahan bakar pada mobil

c. Hubungkan kabel daya CPU *dyno test* dan kabel daya monitor *dyno test* ke sumber daya listrik.
d. Hidupkan dyno test dan lakukan kaliberasi pengujian performa torsi dan daya
e. Pasang sensor suhu oli mesin dan kabel blower
f. Tempatkan roda belakang mobil diatas *roller*.
g. Pasang sabuk pengaman di bagian belakang mobil.
h. Buka *cap* mobil kemudian lepaskan selang *bypass* bahan bakar mesin dan selang yang menuju ke pompa bahan bakar kemudian pasangkan pada buret (tempat bahan bakar sementara)
i. Masukan campuran biodiesel dengan variasi konstrasi antioksidan yang akan diujikan pada buret.
j. Nyalakan mesin dengan memutar kunci kontak ke posisi *start* dan lakukan *warming up* mesin sampai suhu mesin mencapai suhu kerja mesin yaitu 70-80 ^{0}C.
k. Lakukan pengujian dengan menginjak pedal gas dan memindahkan porsneling gigi secara bertahap sampai gigi 4 sampai rpm mesin terbaca dan Komputer *Dyno Test* mulai melakukan pembacaan data.
l. Lakukan pengujian sampai grafik pembacaan *dyno test* menunjukan penurunan
m. Menyalakan blower untuk mengontrol suhu mesin supaya tetap stabil.
n. Simpan hasil pembacaan data dengan *klik save* pada *Dyno Test*
o. Lakukan pengujian yang sama pada sampel campuran biodiesel dengan antioksidan kulit buah manggis dengan konsentrasi yang berbeda 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm begitu seterusnya.

p. Jika pengujian sudah selesai matikan mesin mobil

q. Matikan *Dyno Test*

r. Dan *kembalikan* peralatan ke tempat semula.

3.5.3 Data Penelitian

Hasil pengujian performa mesin diesel dengan menggunakan campuran biodiesel B30 dengan antioksidan ekstrak buah kulit manggis disajikan dalam bentuk table kemudian hasilnya dianalisis. Table yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 Nilai torsi mesin pada campuran biodiesel dengan ekstrak kulit manggis

Putaran Mesin (rpm)	Torsi (Nm)											
	B30			B30+50 ppm			B30+100 ppm			B30+150 ppm		
	uji 1	uji 2	Rata-Rata	Uji 1	Uji 2	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Rata-rata
2000												
2100												
2200												
2300												
2400												
2500												
2600												
2700												
2800												
2900												
3000												
3100												
3200												
3300												
3400												
3500												
3600												
3700												
3800												
3900												
4000												
4100												

4200												
4300												
4400												
4500												

Tabel 3.5 Nilai daya mesin pada campuran biodiesel dengan ekstrak kulit manggis

Putaran Mesin (rpm)	Daya (kW)											
	B30			B30+50 ppm			B30+100 ppm			B30+150 ppm		
	uji 1	uji 2	Rata-Rata	Uji 1	Uji 2	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Rata-rata
2000												
2100												
2200												
2300												
2400												
2500												
2600												
2700												
2800												
2900												
3000												
3100												
3200												
3300												
3400												
3500												
3600												
3700												
3800												
3900												
4000												
4100												
4200												
4300												
4400												
4500												

3.6 Kaliberasi Penelitian

Instrumen yang akan dikaliberasi pada penelitian ini adalah alat *dyno test* yang akan digunakan untuk menguji peroforma mesin yaitu torsi dan daya mesin dan Magnetic Stirer untuk membuat campuran antioksidan dengan biodiesel B30.

1. Tahapan petunjuk penggunaan *dyno test* sebagai berikut
   a. Pasang kabel power pada stopkontak listrik
   b. Hidupkan computer dan monitor dengan menekan tombol power pada computer dan monitor
   c. Masukan *stick oil* pada mesin diesel untuk mengukur suhu mesin diesel
   d. Lakukan seting data pada computer sesuai dengan pengujian
   e. Masukan data penelitian (data spesifik mesin diesel)
   f. Tempatkan mobil pada roler *dyno test* untuk melakukan pengujian
   g. Lakukan pengujian dan lihat hasil pengujian di monitor
2. Tahapan penggunaan alat Magnetic Stirer sebagai berikut:
   a. Siapkan alat dan bahannya
   b. Masukan kabel ke stopkontak untuk sumberdaya
   c. Tekan tombol power untuk mengidupkan
   d. Atur suhu sesuai dengan yang diinginkan
   e. Letakan gelas beker diatas plate
   f. Masukan stirrer kedalam gelas beker untuk mengaduk
   g. Nyalakan dengan mengatur panel kecepatan rpm putaran sesuai yang diinginkan

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis deskriptif digunakan pada Penelitian ini. Dengan mencari rata-rata, nilai tertinggi dan terendah dari setiap pengujian kemudian membandingkan data tersebut dan ditarik kesimpulan. Pengujian performa menggunakan biodiesel murni dan biodiesel yang sudah dicampur dengan ekstrak antioksidan kulit manggis menggunakan alat dynamometer dengan luaran hasil yaitu torsi dan daya mesin.

Data yang didapatkan pada penelitian kemudian dimasukan pada tabel untuk diamati dan disajikan dalam bentuk grafik. Data tersebut kemudian dilakukan analis untuk memperoleh hasil yaitu rata rata, nilai tertinggi dan terendah, data tersebut dibandingkan kemudian ditarik kesimpulan untuk dapat diketahui pengaruh torsi dan daya mesin dari bahan bakar biodiesel yang dicampur dengan ekstrak antioksidan kulit manggis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Proses pencampuran biodiesel jenis B30 dengan antioksidan ekstrak kulit manggis dilakukan di Laboratorium Teknik kimia dan Laboratorium Biologi Universitas Negeri Semarang, proses pembuatan campuran ekstrak dengan biodiesel B30 ini dilakukan pada tanggal 4 maret 2020, sebelum proses pencampuran antioksidan diukur bertanya terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan digital untuk berat diukur dengan satuan mg (milligram) Produk antioksidan ekstrak kulit manggis di peroleh dari PT Borobudur Herbal. pembuatan ekstrak antioksidan kulit manggis dilakukan dengan kadar 50 ppm, 100 ppm dan 150 ppm, yang kami campurkan dengan 1 liter biodiesel jenis B30 proses pembuatan dilakukan pada suhu 40 C^0 untuk semua variasi campuran.

Gambar 4.1 Biodiesel yang sudah dicampur
dengan ekstrak antioksidan

Setelah sampel biodiesel hasil campuran dengan eksrak antioksidan didapatkan selanjutnya dilakukan pengujian performa. Pengujian performa dilakukan untuk menghasilkan data yaitu torsi dan daya yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar yang sudah dicampurkan dengan ekstrak antioksidan kulit manggis. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin mobil Panther 2500 cc. pengujian performa dilakukan meliputi bahan bakar dengan kadar campuran 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm. Alat uji yang digunakan adalah dynotest merk Maha dengan tipe LPS 3000 PKW. Pengambilan data dilakukan pada hari jumat 13 Maret 2020 di Laboratorium Performa Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data berupa torsi dan daya yang disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Torsi mesin menggunakan bahan bakar B30 dan campuran B30 dengan antioksidan ekstrak kulit manggis

No	Putaran Mesin (rpm)	Torsi (Nm)			
		B30	B30+50 ppm	B30+100 ppm	B30+150 ppm
		Rata rata	Rata rata	Rata rata	Rata rata
1	2100		63,3		65,6
2	2200		69,8		73,1
3	2300	119,65	76,4	105,05	81,05
4	2400	123	83,6	112,35	90,95
5	2500	123	92	124,35	103,95
6	2600	121,95	107,1	126,25	122,8
7	2700	120,6	112,3	123,9	124,65
8	2800	119,45	117,55	120,85	121,15
9	2900	117,9	116,85	114,8	118,75
10	3000	115,9	112,6	111,75	114,75
11	3100	114,15	115,5	106,3	105,65
12	3200	112,45	111,3		
13	3300	111,15	110,8		
14	3400	110	108,1		
15	3500	108,55	104,15		
16	3600	106,8	99,45		

17	3700	105,15
18	3800	103,4
19	3900	101,5
20	4000	100,15
21	4100	97,3
22	4200	96,9

Tabel diatas menunjukan bahwa penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis mempengaruhi hasil torsi yang menyebabkan penurunan terhadap torsi mesin yang dihasilkan seiring semakin banyaknya kadar ppm antioksidan yang ditambahkan pada bahan bakar biodiesel B30.

Tabel 4.1 Hasil pengujian daya mesin rata-rata menggunakan bahan bakar B30 dan campuran B30 dengan antioksidan ekstrak kulit manggis

No	Putaran Mesin (rpm)	Daya (kW)			
		B30	B30+50 ppm	B30+100 ppm	B30+150 ppm
		Rata rata	Rata rata	Rata rata	Rata rata
1	2000				
2	2100		13,93		14,46
3	2200		16,1		16,88
4	2300	28,83	18,42	25,36	19,56
5	2400	31,04	21,06	28,3	22,91
6	2500	32,27	24,11	32,26	28,67
7	2600	33,2	29,23	34,45	33,58
8	2700	34,13	32,47	35,03	35,24
9	2800	34,73	34,46	35,43	35,53
10	2900	35,8	35,48	34,85	36,07
11	3000	36,49	35,42	35,11	36,05
12	3100	37,11	36,21	34,54	34,32
13	3200	37,71	37,31		
14	3300	38,55	38,31		
15	3400	39,17	38,52		
16	3500	39,79	38,16		
17	3600	40,31	37,8		
18	3700	40,8			
19	3800	40,97			
20	3900	41,45			
21	4000	41,51			

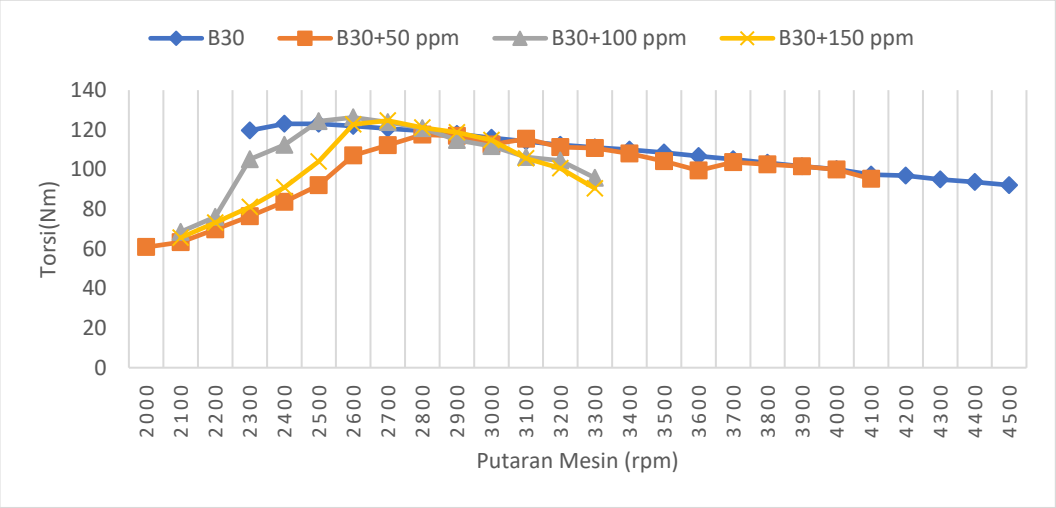
22	4100	42,41
23	4200	41,98
24	4300	42,94

Tabel diatas menunjukan bahwa penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis mempengaruhi hasil daya yang menyebabkan penurunan terhadap daya mesin yang dihasilkan seiring semakin banyaknya kadar ppm antioksidan yang ditambahkan pada bahan bakar biodiesel B30.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Penambahan Ekstrak Antioksidan Kulit Manggis Terhadap Torsi Mesin

Setelah dilakukan pengujian performa data kemudian direkap dan dimasukan kedalam tabel kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah pembacaan berikut grafik hasil uji torsi mesin pada bahan bakar B30 dan variasi campuran 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm.

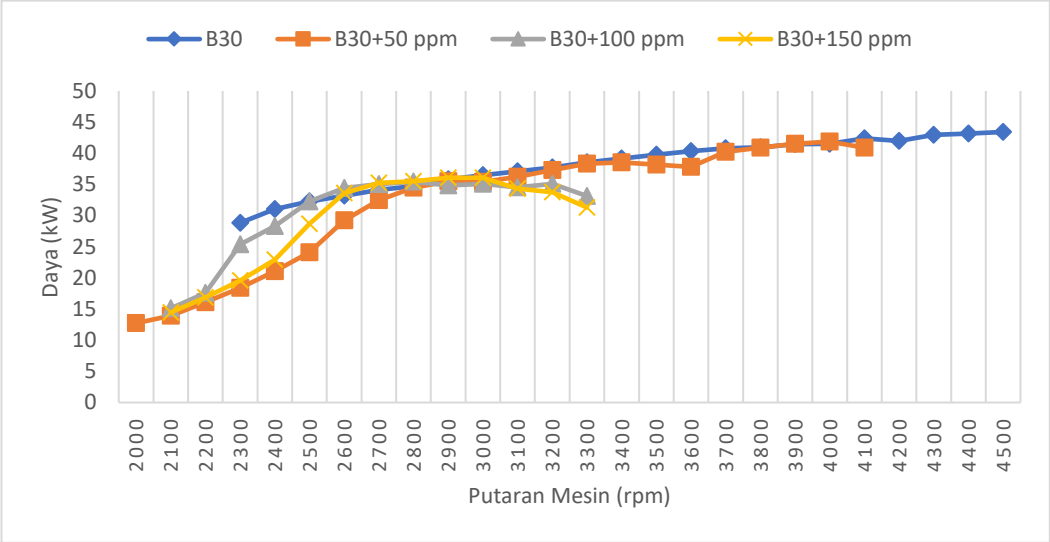


Gambar 4.2. Hubungan antara torsi dengan putaran mesin pada variasi bahan bakar B30 murni , dan campuran 50 ppm,100 ppm, 150 ppm

Grafik pada gambar 4.2 menunjukan bahwa terjadi peningkatan torsi pada putaran rendah 2000 rpm dan cenderung terus menurun seiring dengan naiknya pada semua campuran bahan bakar. Menurut Sugiyanto (2014) torsi akan mengalami peningkatan dari putaran mesin rendah sampai batas putaran maksimal dan akan mengalami penurunan setelah mencapai putaran maksimal. Mengacu pada spesifikasi standar mesin dimana torsi maksimal yang mampu didapatkan yaitu sebesar 175 Nm pada putaran 2300 rpm berdasarkan hal tersebut pada putaran yang sama yaitu 2300 rpm biodiesel B30 murni memiliki hasil yang paling unggul di bandingkan dengan campuran yang lain dengan memperoleh 119,65 Nm. Penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis sejumlah 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm berturut turut menyebabkan penrurunan torsi sebesar 36,14%, 12,2 % dan 32,26% Akan tetapi untuk perbandingan penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis, campuran terbaik diperoleh dengan antioksidan sebesar 100 ppm dimana mampu menghasilkan torsi sebesar 105,05 Nm atau hanya menurunkan torsi sebesar 12,2% saja. Menurut penelitian Tariq, et al., (2011) Bilangan asam yang semakin kecil pada biodiesel maka kualitas biodiesel tersebut semakin baik. Pengaruh penambahan ekstrak antioksidan pada bahan bakar B30 belum menunjukan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan bilangan asam sehingga biodiesel masih mengalami proses degradasi dan mempengaruhi hasil performa mesin dengan ditunjukan dengan adanya penurunan torsi yang didapat. Hal ini sesuai dengan penelitan yang dilakukan oleh Suaniti, et al., (2017: 52) pada penambahan biodiesel dengan ekstrak methanol kulit buah manggis dengan 0,02 dan 0,03% b/v mengalami peningkatan bilangan asam sebesar 0,9 mg KOH/g.

4.2.2 Pengaruh Penambahan Ekstrak Antioksidan Kulit Manggis Terhadap Daya Mesin.

Data hasil pengujian performa mesin berupa torsi dan daya, setelah data diperoleh dan dimasukan kedalam table untuk mempermudahkan pembacaannya berikut data daya mesin pengujian B30, B30+50 ppm, B30+100 ppm dan B30+150 ppm dalam grafik.



Gambar 4.4. Hubungan antara daya dengan putaran mesin pada variasi bahan bakar B30 murni, dan campuran 50 ppm,100 ppm, 150 ppm

Gambar 4.4 menunjukan bahwa daya semakin naik seiring dengan naiknya putaran mesin. namun Penambahan antioksidan pada biodiesel memberikan pengaruh penurunan kualitas pada kualitas biodiesel. Mengacu pada spesifikasi mesin standar yang mampu menghasilkan daya 86 Hp pada putaran 3900 rpm. Berdasarkan hal tersebut pada putaran yang sama 3900 rpm daya yang masih bisa dibaca hanya diperoleh oleh dari pengujian bahan bakar B30 murni saja yaitu dengan daya sebesar 101,5 kW. Untuk pengujian daya pada putaran yang sama pada penambahan 50 ppm 100 ppm maupun 150 ppm dyno test mengalami *lost*

pada pembacaan karena mesin tidak mampu lagi mencapai putaran yang lebih tinnggi. Pada penambahan 50 ppm mesin hanya mampu mencapai 3600 rpm dengan daya yang diperoleh 37,8 kW, 100 ppm putaran mesin yang dapat dicapai 3100 rpm dengan daya yang diperoleh 34,54 kW, sedangkan pada penambahan 150 ppm putaran mesin yang dapat dicapai yaitu 3100 rpm dengan daya yang diperoleh sebesar 34,32 kW.

Penggunaan antioksidan ekstrak kulit manggis jika dilihat dari data yang diperoleh dan diagram yang disajikan memberikan efek samping berupa penurunan daya Hal ini dikarenakan penambahan antioksidan ekstrak kulit manggis belum memberikan efek yang begitu signifikan terhadap stabilitas oksidasi biodiesel tersebut sehingga biodiesel masih mengalami proses degradasi, kemudian dengan meningkatnya bilangan asam pada bahan bakar Sehingga kadar FFA yang dihasilkan bahan bakar tersebut meningkat. Kandungan FFA berbanding lurus dengan nilai bilangan asam, bilangan asam semakin besar maka semakin besar juga kandungan FFA. Kandungan FFA tersebut menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terkandung di dalam biodiesel (Drapcho et al., 2008).

4.3 Hambatan dan kelemahan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini peneliti memiliki beberapa hambatan dan kelemahan yang belum bisa peneliti atasi yaitu sebagai berikut.

4.3.1 Kelemahan

a. Belum adanya penelitian terdahulu yang meniliti tentang pengaruh antioksidan kulit manggis terhadap performa mesin diesel sehingga Penelitian ini dilakukan dengan keterbatasan referensi sebagai landasan dan pendukung hasil penelitian.

b. Hasil data yang kurang lengkap sehingga penyajian data menjadi kurang optimal.

c. Pengujian yang terbatas dan hanya dilakukan 2 kali pada setiap sempel sehingga data yang diperoleh tidak maksimal.

4.3.2 Hambatan

a. proses pembuatan antioksidan yang relative lama dikarenakan antrian pada penggunaan laboratorium Teknik Kimia dan laboratorium Bilologi Universitas Negeri Semarang.

b. proses pembuatan skripsi seperti dalam hal bimbingan yang terhambat oleh adanya pandemic Covid 19 di Indonesia

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melalui tahap pengujian performa dan didapatkan data torsi dan daya mesin. dari semua sampel bahan bakar yang telah diujikan dapat disimpulkan bahwa.

1. Ada pengaruh Penambahan antioksidan ektrak kulit buah manggis pada bahan bakar B30 dapat menurunkan torsi. Campuran antioksidan ekstrak kulit manggis 50 ppm 100 ppm dan 150 ppm berturut turut menurunkan torsi sebesar 36,14%, 12,2 % dan 32,26%. Penggunaan antioksidan kulit manggis pada biodiesel B30 menyebabkan terjadi pembakaran yang kurang baik meskipun pedal gas sudah diinjak secara maksimal tetap saja putaran mesin hanya mencapai pada 3100 rpm saja.
2. Ada pengaruh Penambahan antioksidan ektrak kulit manggis pada bahan bakar B30 yaitu dapat menurunkan daya mesin. mengacu pada daya maksimal standar mesin yang terjadi di 3900 rpm pada penggunaan antioksidan kulit manggis 50 ppm 100 ppm 150 ppm hanya mampu mencapai pada putaran 3100 rpm saja. Penambahan antioksidan kulit manggis menyebabkan pembakaran kurang baik sehingga daya dan rpm mesin tidak dapat dicapai secara optimal.

5.2 Saran

Adapun saran dari penulis terkait penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh antioksidan kulit manggis terhadap performa mesin diesel (torsi dan daya) sebagai berikut

1. penggunaan antioksidan ekstrak kulit manggis sebagai zat adiktif untuk mencegah oksidasi pada biodiesel sebaiknya tidak digunakan karena dapat menurunkan torsi mesin.

2. penggunaan antioksidan ekstrak kulit manggis sebagai zat adiktif untuk mencegah oksidasi pada biodiesel sebaiknya tidak digunakan karena dapat menurunkan daya mesin.

3. untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan antioksidan dari bahan lain.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, B., dan Nugroho, P. A. 2017. Analisis Pemakaian Bahan Bakar High Speed Diesel dan Biodiesel (B30) Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel PLTD 1.4 MW. *Presisi*, *18*(2): 30-41

Ariwibowo, D., Fajar. B.T.K., dan Suryo, M. T. 2011. Performa Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel Teroksidasi. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, *1*(1): 91-96

Banjari, M. A. A., Yuliati, L., dan Sonief, A. A. A. 2015. Karakteristik Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak Pagar (Jathropha Curcas L)-Etanol/Metanol Pada Mini Glass Tube. *Rekayasa Mesin*, *6*(1): 85-93.

Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain. 2015. *SNI Biodiesel*.https://btbrd.bppt.go.id/index.php/26-pojok-biodiesel. 1 Januari 2020. (20.35)

Basyirun, Rahardjo, W, D dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Edisi Pertama. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Bezergianni, S., K. Kalogeras, and P.A. Pilavachi. 2011. On maximizing biodiesel mixing ratio based on final product specifications. *Computers & Chemical Engineering*, 2011. 35(5): 936-942.

Darmawan, F,I dan Susila, W. 2013. Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan metode Pencuciandry-Washsistem .*JTM*. 02 (01): 80-78

Darmanto, S. 2006. Analisa biodiesel minyak kelapa sebagai bahan bakar alternatif minyak diesel. *Traksi*, *4*(2): 64-71

Drapcho, C. M., Nhuan, N. P, dan Walker, T. H. 2008. *Biofuels Engineering Process Technology*. America: McGraw-Hill Companies.

Dungir, S. G., Katja, D. G, dan Kamu, V. S. 2012. Aktivitas antioksidan ekstrak fenolik dari kulit buah manggis (Garcinia mangostana L.). *Jurnal MIPA*, *1*(1): 11-15.

ESDM. 2019. *Uji Coba Implementasi B30, Ini Spesifikasi B30 yang Harus Dipenuhi*. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/uji-coba-implementasi-b30-ini-spesifikasi-b30-yang-harus-dipenuhi. 20 januari 2020. (21.00)

Fattah, I. M. R., H. H. Masjuki, M. A. Kalam, M. Mofijur, dan M. J. Abedin. 2014. Effect Of Antioxidant On The Performance And Emission Characteristics Of A Diesel Engine Fueled With Palm Biodiesel Blends. *Energy Convertion and Management*. 79(38): 265-272.

Gregorio, A. P. H., Borsato, D., Moreira, I., Silva, E. T., Romagnoli E. S, dan Spacino, K. R. 2017. Apparent Activation Energy and Relative Protection Factor of Natural Antioxidants in Mixure with Biodiesel. *Biofuels*. 8(5): 1-8.

Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: Mc Graw-Hill.

Herjanto, E, dan Widana, I. K. 2012. Analysis Of Biodiesel Industry Development In Indonesia Through The Substitution Of Oil Solar. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*: 2070-2093.

Ihwanudin, M., Sholah, A., Martiningsih, A. 2015. Penggunaan Turbocyclone Pada Kendaraan Bermotor Terhadap Emisi Gas Buang Co Dan Hc. *Teknologi Dan Kejuruan,* 38(2): 113-120

Jung, H. A., Su, B. N., Keller, W. J., Mehta, R. G., dan Kinghorn, A. D. 2006. Antioxidant xanthones from the pericarp of Garcinia mangostana (Mangosteen). *Journal of agricultural and food chemistry*, *54*(6): 2077-2082.

Juhantoro, N., Ariana, I. M, dan Sanuri, S. 2012. Penentuan Properties Bahan Bakar Batubara Cair untuk Bahan Bakar Marine Diesel Engine. *Jurnal teknik ITS*, *1*(1): 271-275.

Karavalakis, G. and S. Stournas, Impact of Antioxidant Additives on the Oxidation Stability of Diesel / Biodiesel Blends. Energy & Fuels, 2010. 24(6): p. 3682 - 3686.

Kuncahyo, P., Zuhdi, M, A, dan Semin, F. 2013. Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel Di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits1*(2): 62-66.

Margaretta, S., Handayani, S. D., Indraswati, N., dan Hindarso, H. 2013. Ekstraksi senyawa phenolic Pandanus amaryllifolius roxb. sebagai antioksidan alami. *Widya Teknik*, *10*(1): 20-30.

Ma'ruf, M. 2015. Efek Penggunaan Adiktif antioksidan Terhadap Pembentukan Deposit Biodiesel. Kajian pada Plat Panas dan Mesin Diesel. *Tesis*. Teknik Mesin. Universitas Indonesia. Depok.

Meenakshi, M., Veeru, P, dan Kishor, M. P. 2009. Screening of Medicinal Plant Extracts for Antioxidant Activity. *Journal of Medicinal Plant Research*.3: 8-12.

Megawati, M., Handoyo, H., dan Setiawan, I. I. 2018. Kinetika reaksi oksidasi pada biosolar (B20) dengan antioksidan alami. *Jurnal Kompetensi Teknik*, *10*(1): 28-34.

Nurhadi, I. 2015. Pengaruh Penggunaan Biodiesel Terhadap Performa dan Komponen Utama pada Motor Pokok KRI Weling-822. *Tesis*. Teknik

Sistem dan Pengendalian Kelautan. Insitut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Oliveira, M.B., et al., Another look at the water solubility in biodiesels: Further experimental measurements and prediction with the CPA EoS. Fuel, 2012. 97: p. 843-847.

Pertamina. 2013. *Spesifikasi Solar/Biosolar*. https://www.pertamina.com/industrialfuel/media/6796/biosolar.pdf. 05 Januari 2020. (22.00)

Pertamina. 2008. *Minyak Diesel*. https://www.pertamina.com/industrialfuel/media/20709/minyakdiesel.pdf. 08 Januari 2020. (14.20).

Permana, A. W., Widayanti, S. M., Prabawati, S, dan Setyabudi, D. A. 2017. Sifat Antioksidan Bubuk Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L.) Instan Dan Aplikasinya Untuk Minuman Fungsional. *J Pascapanen*. 9(2): 88-95

Rahardjo S, 2007. Analisa Performa Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar biodiesel Dari Minyak Jarak Pagaranalysis Of Diesel Machine Performance By Using Ester. *Jurnal Litbang*. 1.(1): 40-43

Samlawi, A, K. 2018. *Motor Bakar (Teori Dasar Motor Diesel)*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.

Sciencelab. 2005. *Material Safety Data Sheet Phenol MSDS*. http://www.hmdb.ca/system/metabolites/msds/000/000/165/originalHMDB00228.pdf?1358895259. 20 Januari 2020. (20.00).

Setyawardhani, D. A. 2003. *Metanolisis asam lemak dari minyak kacang tanah untuk pembuatan biodiesel*. Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

Setyawardhani, D. A., Distantina, S., Henfiana, H, dan Dewi, A. S. 2010. Pembuatan Biodiesel dari Asam Lemak Jenuh Minyak Biji Karet. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Negeri sebelas Maret*. 5(1): 1-6

Soeryawidjaja.T.H. 2003. Standar Tentatif Biodiesel Indonesia dan Metode-Metode Pengujiannya.Disampaikan dalam Diskusi Forum Biodiesel Indonesia. Bandung

Suaniti N M., Manurung M, dan Meryana N M. 2017. Efek Penambahan Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L.)Terhadap Perubahan Kadar FFA, Bilangan Asam, Dan Bilangan Peroksida Biodiesel.*Jurnal Kimia*.11(1): 49-55.

Tariq, M., Ali, S., Ahmad, F., Ahmad, M., Zafar, M., Khalid, N, dan Khan, M. A. 2011. Identification, FT-IR, NMR (1H and 13C) and GC/MS studies of fatty acid methyl esters in biodiesel from rocket seed oil. *Fuel Processing Technology*, *92*(3): 336-341.

Tirtoatmodjo, R., dan F. Willyanto. 2000. Peningkatan Unjuk Kerja Motor Diesel dengan Penambahan Pemanas Solar. *Jurnal Teknik Mesin* 2(1): 127-133.

Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif,kualitatif dan RND*, Cetakan ke 26 Bandung: Alfabeta.

Sugiyanto, D. 2014. Pengaruh variasi jenis busi dan campuran bensin methanol terhadap kinerja motor 4 tak. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonesia Surakarta*. 1(2): 1-8.

Varatharajan K 2012. Effect of antioxidant additives on nox emissions from a jatropha biodiesel fuelled DI diesel engine. *Fuel Process Technol*.(0). 526-532.

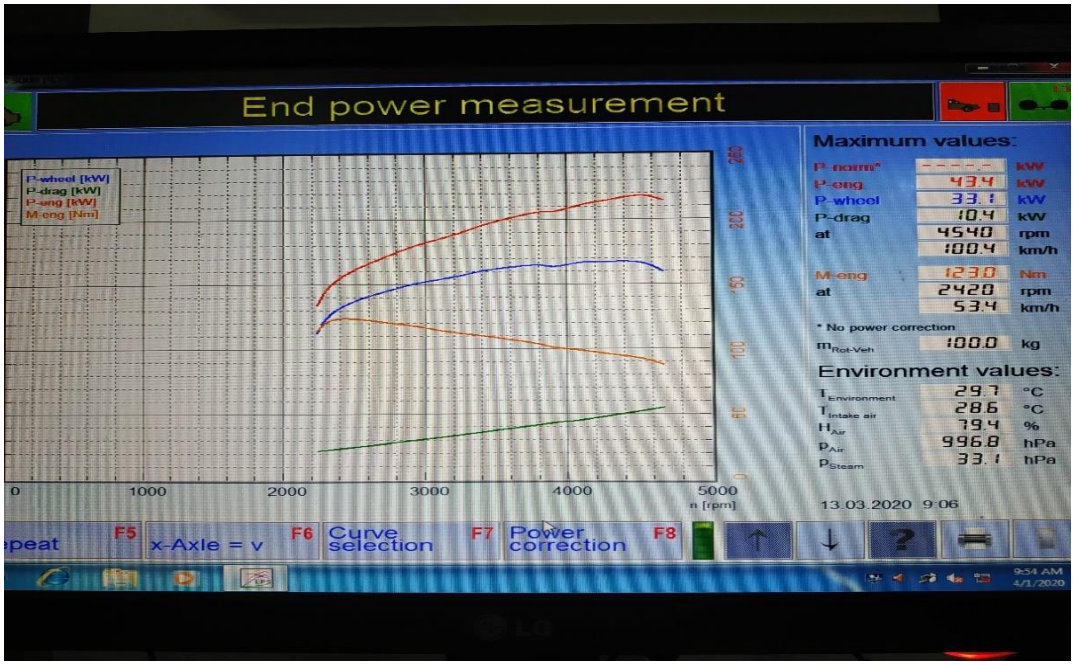
Wibawa, I. W. S., Kusuma, I. G. B. W, dan Budiarsa, I. N. 2015. Uji Variasi Tekanan Nosel Terhadap Karakteristik Semprotan Bahan Bakar Biodiesel. *Jurnal METTEK*, *1*(2): 35-44

Yang, Z., et al., Factors affecting oxidation stability of commercially available biodiesel products. Fuel processing technology, 2013. 106: p. 366-375.

Sikora, M., Orlinski, P., Bednarski, M dan Wojs, M. 2019. Theoretical Analysis Of Determining The Thermal Efficiency In Engine With Atkinson Cycle. *Proceedings Of The Institute Of Vehicles*. 1(119). 43-53

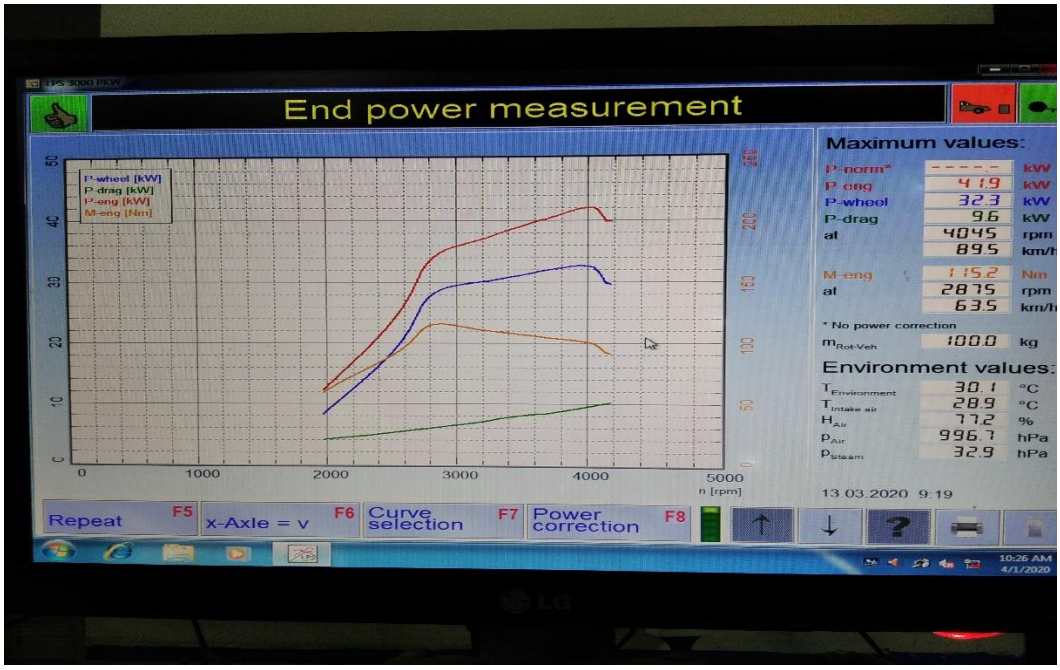
LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji performa B30 1

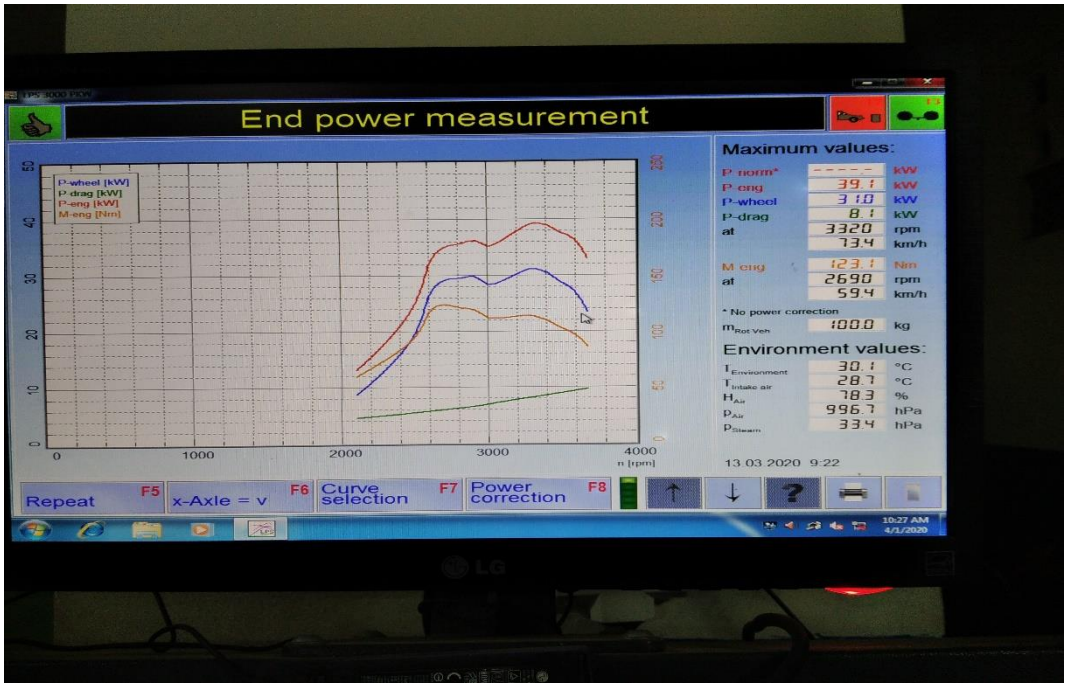


Lampiran 2. Hasil uji performa B30 2

Lampiran 3. Hasil uji performa B30 + 50 ppm antioksidan 1

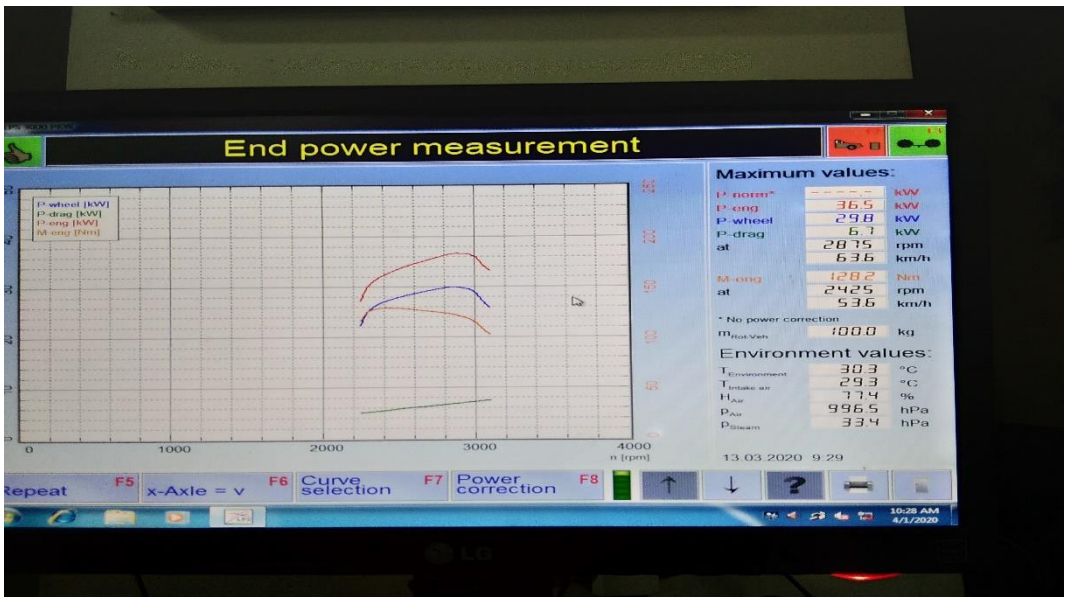


Lampiran 4. Hasil uji performa B30 + 50 ppm antioksidan 2

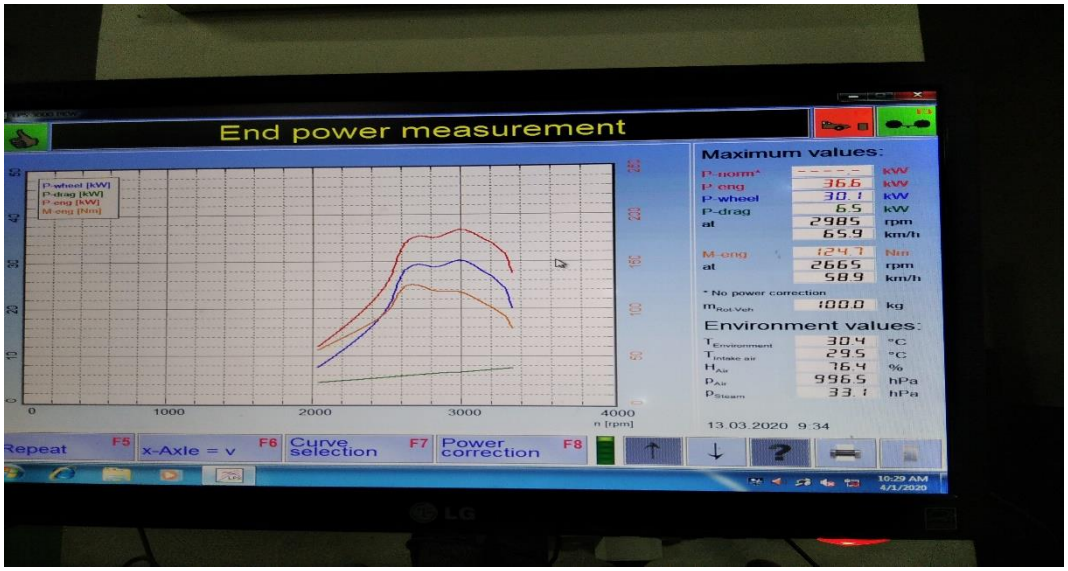


Lampiran 5. Hasil uji performa B30 + 100 ppm antioksidan 1

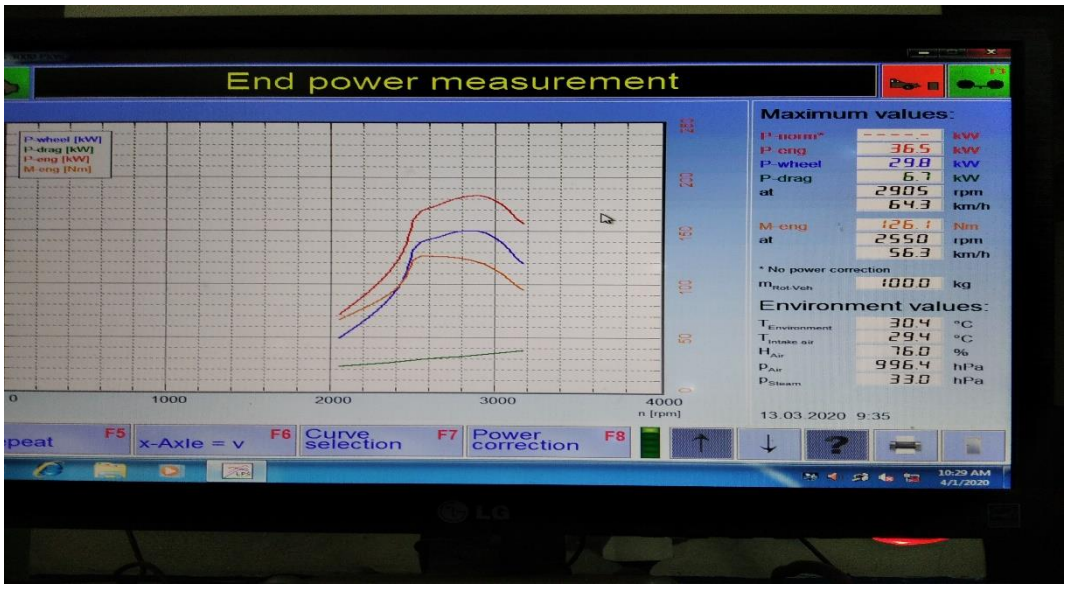
Lampiran 6. Hasil uji performa B30 + 100 ppm antioksidan 2



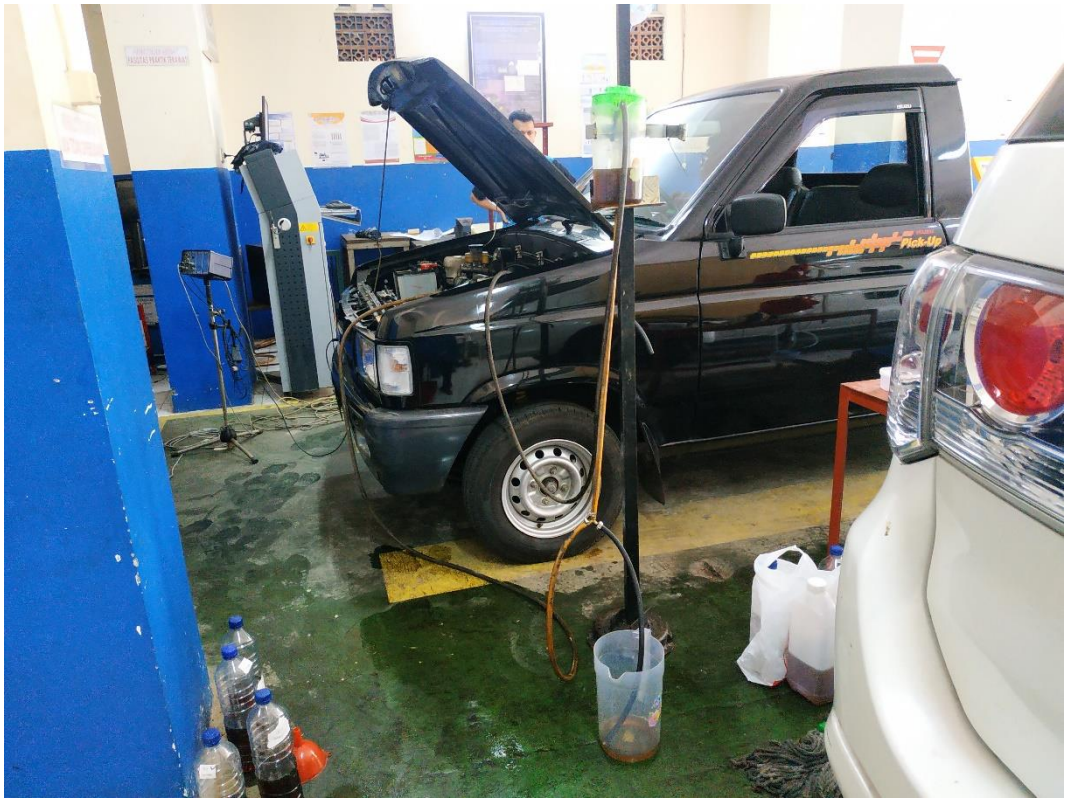
Lampiran 7. Hasil uji performa B30 + 150 ppm antioksidan 1



Lampiran 8. Hasil uji performa B30 + 150 ppm antioksidan 2



Lampiran 9. Proses pengujian performa dengan dynotest



Lampiran 10. Proses Pencampuran antioksidan dengan B30.

Lampiran 11. Surat keterangan pembimbing skripsi

UNNES

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: B / 12731 / UN37.1.5 / TD.06 / 2019
Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2019/2020

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :
1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif Tanggal 2 Oktober 2019

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama	: Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT
NIP	: 196901061994031003
Pangkat/Golongan	: IV/b
Jabatan Akademik	: Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing	

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama	: HABIB MAULANA RAMADAN
NIM	: 5202416046
Jurusan/Prodi	: Teknik Mesin/Pend. Teknik Otomotif
Topik	: Performa Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstraksi Kulit Manggis

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 16 Oktober 2019
DEKAN

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

Tembusan
1. Wakil Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal

[redacted]
5202416046
...:: FM-03-AKD-24/Rev. 00 ::...

Lampiran 12. Surat tugas

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung Dekanat Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 - 8508009
Laman : http://www.ft.unnes.ac.id, email: ft@mail.unnes.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 609 /UN37.1.5/KM/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut:

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Dr. Supraptono, M.Pd. 195508091982031002	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 1
2	Drs. Ramelan M.T. 195009152017091257	Dosen Kontrak, -	Penguji 2
3	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. 196901061994031003	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing

untuk menguji mahasiswa :

Nama : Habib Maulana Ramadan
NIM : 5202416046
Prodi : S1 Pendidikan Teknik Otomotif
Topik : PERFORMA MESIN DIESEL MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DICAMPUR ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT MANGGIS

Waktu : selasa 21 januari 2020
Jam : 11.00
Tempat : Gedung E9, Ruang Seminar, Lantai 2
Pakaian : Hitam Putih Jas Almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Semarang, 16 Januari 2020
Dekan

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP 196911301994031001

Tembusan :
1. Wakil Dekan Bidang II;
2. Ketua Jurusan TM;
3. Kasubbag Keuangan,
Fakultas Teknik UNNES

Lampiran 13. Surat izin penelitian Teknik mesin

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
Laman: http://ft.unnes.ac.id, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/1420/UN37.1.5/LT/2020 03 Pebruari 2020
Hal : Izin Penelitian

Yth. Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama	:	Habib Maulana Ramadan
NIM	:	5202416046
Program Studi	:	Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Semester	:	Gasal
Tahun akademik	:	2019/2020
Judul	:	Performa Mesin Diesel Mempergunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 4 Februari s.d 1 Maret 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

a.n. Dekan FT
Wakil Dekan Bid. Akademik,

Dr. Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP 197805312005011002

Tembusan:
Dekan FT;
Universitas Negeri Semarang

Lampiran 14. Surat izin penelitian Jurusan Biologi

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
Laman: http://ft.unnes.ac.id, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/2525/UN37.1.5/LT/2020 03 Maret 2020
Hal : Izin Penelitian

Yth. Kepala Laboratorium Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama	: Habib Maulana Ramadan
NIM	: 5202416046
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Semester	: Genap
Tahun akademik	: 2019/2020
Judul	: Performa Mesin Diesel Mempergunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 4 maret s.d 24 Maret 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

a.n. Dekan FT
Wakil Dekan Bid. Akademik,

Dr. Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP 197805312005011002

Tembusan:
Dekan FT;
Universitas Negeri Semarang

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
Laman: http://ft.unnes.ac.id, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/2525/UN37.1.5/LT/2020 03 Maret 2020
Hal : Izin Penelitian

Yth. Kepala Laboratorium Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama	: Habib Maulana Ramadan
NIM	: 5202416046
Program Studi	: Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Semester	: Genap
Tahun akademik	: 2019/2020
Judul	: Performa Mesin Diesel Mempergunakan Bahan Bakar Biodiesel Dicampur Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 4 maret s.d 24 Maret 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

a.n. Dekan FT
Wakil Dekan Bid. Akademik,

Dr. Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP 197805312005011002

Tembusan:
Dekan FT;
Universitas Negeri Semarang