

EMISI DAN PRESTASI ENJIN DIESEL MENGGUNAKAN CAMPURAN  
BIODIESEL SAWIT DENGAN BAHAN ADITIF SEBAGAI BAHAN API

MAZIZI BIN MOHAMED

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

## **PENGESAHAN PENYELIA**

“Saya akui bahawa saya telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Thermal-Bendalir)”

Tandatangan: .....

Nama: .....

Tarikh: .....

EMISI DAN PRESTASI ENJIN DIESEL MENGGUNAKAN CAMPURAN  
BIODIESEL SAWIT DENGAN BAHAN ADITIF SEBAGAI BAHAN API

MAZIZI BIN MOHAMED

Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Thermal-Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

JUN 2013

## **PENAKUAN**

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan : .....

Penulis : MAZIZI BIN MOHAMED

Tarikh : 24 Jun 2013

Khas buat  
Ayah dan Ibu tersayang

## PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan rahmat-Nya memberi saya keupayaan bagi menyiapkan tugas ini yang diharapkan dapat memberi manfaat yang berguna pada masa akan datang. Ucapan terima kasih ingin saya tujukan kepada kedua ibu bapa yang amat disayangi, MOHAMED BIN MAT ALI dan CHE HASIAH BINTI MAT NOOR. Ini kerana, dua insan ini telah banyak memberi sokongan dan dorongan kepada saya dalam menyiapkan tugas ini sehingga berjaya.

Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia Projek Sarjana Muda saya iaitu, ENCIK MD ISA BIN ALI. Beliau telah banyak memberi tunjuk ajar, idea, nasihat dan galakan yang dapat membantu saya untuk menyiapkan kajian ini. Beliau juga telah banyak memberi banyak pengetahuan lain dan mempelajari etika-etika kerja semasa menjalankan projek ini. Terima kasih juga kepada rakan-rakan yang telah banyak membantu dalam memberi idea-idea yang bernas sama ada secara langsung ataupun tidak langsung sepanjang menjalankan tugas ini.

## ABSTRAK

Sumber baru bahan api alternatif perlu dibangunkan dengan sifat-sifat setanding dengan bahan api berasaskan petroleum. Maka sumber alternatif seperti biodiesel sawit perlu dikaji untuk menyelesaikan masalah yang berlaku. Projek ini akan membincangkan latar belakang biodiesel sawit seperti sifat, kelebihan dan pretasi biodiesel sawit terhadap diesel enjin dan juga mengenal pasti masalah yang dihadapi oleh masyarakat kini melalui penggunaan diesel. Kajian ini keseluruhannya akan membentangkan penggunaan campuran bahan api iaitu biodiesel sawit yang dicampur dengan diesel dan ditambah bahan aditif pada perkadaran yang berbeza. Sifat-sifat bahan api campuran ini akan dikaji berdasarkan nilai kalori, kelikatan dan ketumpatan bagi mengenalpasti kelebihan atau kekurangan bahan api campuran ini. Kaedah taguchi digunakan dalam kajian ini bagi mengoptimunkan keputusan pretasi dan emisi enjin diesel. Prestasi enjin akan diukur dari segi kuasa, penggunaan bahan api tentu, kecekapan haba brek dan tekanan berkesan min brek melalui ujian enjin diesel. Ujian enjin menggunakan enjin diesel jenis KM170F(A) dengan 1 silinder dan 4 lejang. Kajian ini juga merangkumi perbandingan mengenai emisi gas daripada campuran bahan api ini terutama emisi karbon dioksida dan hidrokarbon. Perbandingan diantara 3 sampel iaitu sampel A, sampel B dan sampel C menunjukkan bahawa sampel A memberikan prestasi enjin yang terbaik dan emisi gas yang paling kurang berbanding sampel B dan sampel C.

## ABSTRACT

New sources of alternative fuels should be developed with properties comparable to petroleum-based fuels. Then alternative sources such as palm biodiesel should be to solve the problems that occur. This project will discuss the background of palm biodiesel as properties, advantages and performance of palm biodiesel for diesel engines and also identifies the problems faced by today's society through the use of diesel. This study, will present the use of biodiesel fuel blend that is mixed with diesel fuel plus additives in different proportions. The properties of this fuel mixture will be reviewed based on calorific value, viscosity and density to determine the advantages or disadvantages of this fuel mixture. Taguchi method was used in this study to optimize the results of a diesel engine performance and emissions. Performance will be measured in terms of engine power, specific fuel consumption, brake thermal efficiency and brake mean effective pressure of testing diesel engines. Engine testing will use : diesel engine KM170F type (A) with 1 cylinder and 4 stroke. This study also includes comparisons of gas emissions from the fuel mix, particularly carbon dioxide and hydrocarbon emissions. Comparison between the 3 samples of sample A, sample B and sample C indicates that the sample A gives the best engine performance and least exhaust emissions compared to sample B and sample C.



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xiii
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xv
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xvi
<b>BAB 1</b>	<b>Pengenalan</b>	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Pernyataan Masalah	5
	1.3 Objektif	5
	1.4 Skop Kajian	6
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	7
	2.1 Pengenalan Biodiesel	7
	2.1.1 Jenis Biodiesel	9
	2.1.2 Pretasi Biodiesel	9
	2.1.3 Kelebihan Biodiesel	10
	2.1.4 Keburukan Biodiesel	11
	2.1.5 Proses Transesterifikasi	12
	2.1.6 Biodiesel Sawit	12

2.1.7	Kajian Terdahulu	14
2.2	Sifat Bahan Api	15
2.2.1	Biodiesel	15
2.2.2	Diesel	17
2.3	Aditif Diesel	18
2.3.1	Keperluan Kepada Aditif	18
2.3.2	Jenis Aditif dan Kelebihannya	19
2.4	Pretasi Enjin Diesel	21
2.4.1	Pengenalan Enjin Diesel	21
2.4.2	Jenis Enjin	21
2.4.3	Ciri- Ciri Pretasi Enjin	22
2.4.3.1	Kuasa (P)	22
2.4.3.2	Daya Kilas (T)	23
2.4.3.3	Penggunaan Bahan Api Tentu Brek (BSFC)	23
2.4.3.4	Tekanan Berkesan Min Brek (MEP)	23
2.5	Emisi Gas	24
2.5.1	Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> )	25
2.5.2	Sulfur Oksida (SO <sub>x</sub> )	25
2.5.3	Hidrokarbon (HC)	26
2.5.4	Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	26
2.5.5	Karbon Monoksida (CO)	27
<b>BAB III</b>	<b>METADOLOGI</b>	28
3.1	Carta Alir Metadologi	29
3.2	Penyediaan Sampel	30
3.2.1	Campuran Bahan Api	30
3.2.2	Peralatan Campuran Bahan Api	31
3.2.3	Prosedur Campuran Bahan Api	31

3.3	Pencirian Sifat Bahan Api	32
3.3.1	Spesifikasi Peralatan	33
3.3.2	Prosedur Menguji Sifat Campuran Bahan Api	34
3.3.2.1	Nilai kalori	34
3.3.2.2	Kelikatan	34
3.3.2.3	Ketumpatan	35
3.4	Ujian Pretasi Enjin	35
3.4.1	Peralatan Ujian Prestasi Enjin	36
3.4.1.1	Spesifikasi Enjin	36
3.5	Emisi Campuran Bahan Api	37
3.5.1	Spesifikasi Peralatan Emisi Gas	37
3.5.2	Prosedur Ujian Emisi Gas	38
3.6	Pengoptimuman Keputusan Pretasi dan emisi Enjin Menggunakan Kaedah Taguchi	39
3.6.1	Rekabentuk Eksperimen	39
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	41
4.1	Pencirian Sifat Bahan Api	41
4.1.1	Ketumpatan	41
4.1.2	Kelikatan	43
4.1.3	Nilai Kalori	44
4.1.4	Perbandingan sifat-sifat bahan api	45
4.1.5	Hubungan di antara sifat-sifat bahan api	46
4.2	Keputusan Pretasi Enjin	47
4.2.1	Kuasa	47
4.2.2	Tekanan Berkesan Min Brek (Bmep)	49
4.2.3	Penggunaan Bahan Api Tentu Brek (BSFC)	51
4.2.4	Kecekapan Haba Brek (BTE)	56
4.3	Emisi Gas	59
4.3.1	Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	59
4.3.2	Hidrokarbon (HC)	63

<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Cadangan	70
	RUJUKAN	71
	LAMPIRAN	74

**SENARAI JADUAL**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Sifat Biodiesel Bagi Campuran Antara Minyak Kelapa Sawit Yang Telah Diproses PLPO Dengan Diesel.	16
2.2	Sifat – Sifat Fizikal Diesel	17
2.3	Jenis Aditif Dan Kelebihannya	19
3.1	Komposisi Campuran Bahan Api	30
3.2	Sifat Bahan Api	32
3.3	Spesifikasi Peralatan	33
3.4	Ciri-Ciri Pretasi Enjin	35
3.5	Spesifikasi Enjin	37
3.6	Spesifikasi Penganalisa Emisi Gas	38
3.7	Faktor Kaedah Taguchi	40
3.8	Rekabentuk susun atur eksperimen	40

4.1	Nilai Ketumpatan Bahan Api	42
4.2	Nilai Kelikatan	43
4.3	Nilai Kalori	44
4.4	Keputusan Ujian Pretasi Enjin Bagi Kuasa	47
4.5	Keputusan Pengoptimuman Serentak Bagi Kuasa	48
4.6	Keputusan Ujian Pretasi Enjin Bagi Bmep	49
4.7	Pengoptimuman Serentak (Bmep)	50
4.8	Keputusan Ujian Pretasi Enjin Bagi BSFC	52
4.9	Pengoptimuman Serentak (BSFC)	54
4.10	Keputusan Ujian Pretasi Enjin Bagi BTE	56
4.11	Pengoptimuman Serentak (BTE)	58
4.12	Keputusan Ujian Emisi Gas Bagi Karbon Dioksida	60
4.13	Pengoptimuman Serentak Bagi Emisi Gas (CO <sub>2</sub> )	62
4.14	Keputusan Ujian Pretasi Enjin Bagi Karbon Hidrokarbon	64
4.15	Pengoptimuman Serentak Bagi Emisi Gas (HC)	66

**SENARAI RAJAH**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Proses Transesterifikasi	12
3.1	Carta Alir Metodologi	29
3.2	Pengacau Plat Panas	31
3.3	Susun Atur Alat Eksperimen	36
3.4	Enjin Diesel KM170F(A)	36
3.5	Penganalisa Gas Automobil	37
4.1	Ketumpatan Sampel Bahan Api	42
4.2	Kelikatan Sampel Bahan Api	43
4.3	Nilai Kalori Sampel Bahan Api	44
4.4	Pengoptimuman Serentak (Kuasa)	48
4.5	Pengoptimuman Serentak (Bmep)	50
4.6	Pengoptimuman Serentak (BSFC)	53

4.7	BSFC Melawan Sampel Bahan Api	54
4.8	Pengoptimuman Serentak (BTE)	57
4.9	BTE Melawan Sampel Bahan Api	58
4.10	Pengoptimuman Serentak (CO <sub>2</sub> )	61
4.11	CO <sub>2</sub> Melawan Sampel Bahan Api	62
4.12	Pengoptimuman Serentak (HC)	65
4.13	HC Melawan Sampel Bahan Api	66



## SENARAI SIMBOL

$Q_{LHV}$	=	Nilai haba bagi bahan api
$\eta_c$	=	Kecekapan pembakaran
$C_p$	=	Haba specific bagi udara pada tekanan malar (1.00 kJ/kgK)
$m_a$	=	Kadar jisim bagi udara (kg/s)
$m_f$	=	Kadar jisim bagi bahan api (kg/s)
$m_w$	=	Kadar jisim bagi air (kg/s)
$W_b$	=	Kuasa brek enjin
$\eta_t$	=	Kecekapan termal
BSFC	=	Penggunaan Bahan Api Tentu Brek
BMEP	=	Tekanan Berkesan Min Brek
BTE	=	Kecekapan Haba Brek
$W_{net}$	=	Kerja Bersih
$V_{max}$	=	Isipadu Maksimum
$V_{min}$	=	Isipadu Minimum
T	=	Daya Kilas
N	=	Kelajuan
A	=	Luas Piston
P	=	Kuasa
R	=	Panjang Jarak Daya Kilas
P	=	Ketumpatan

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Carta Gantt Projek Sarjana Muda 1	74
B	Carta Gantt Projek Sarjana Muda 2	75
C	Penyediaan Sampel	76
D	Peralatan Sifat-Sifat Bahan Api	77
E	Peralatan Ujian Pretasi Enjin	78
F	Peralatan Ujian Emisi Gas	79
G	Contoh Pengiraan	80

## **BAB I**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG PROJEK**

Biodiesel biasanya merujuk kepada metil asid lemak atau ester etil diperbuat daripada minyak sayuran atau lemak haiwan, di mana ciri-cirinya adalah cukup baik untuk digunakan dalam enjin diesel. Hasil penyelidikan daripada emisi enjin diesel menggunakan biodiesel sering mengabaikan beberapa sifat asas biodiesel yang digunakan, ini menjadikan ia sukar untuk menentukan sama ada ia berkualiti atau tidak. Abdul Aziz A et al., (2004) telah menjalankan eksperimen mengkaji kesan penggunaan minyak kelapa sawit berasaskan biodiesel pada enjin satu silinder pancitan terus (DI) diesel.

Bahan api biodiesel mempunyai pelinciran yang lebih tinggi daripada bahan api konvensional, tetapi ianya mampu menyumbang kepada pembentukan deposit, degradasi bahan atau penyumbatan daripada penapis, bergantung terutamanya ke atas degradasi dan kekotoran lain. Kesan jangka panjang biodiesel adalah satu isu yang kurang diterokai. Biodiesel adalah 100% boleh diperbaharui apabila alkohol digunakan dalam proses transesterifikasi tetapi kadar ini berkurangan kepada kira-kira 90% atau 95% apabila alkohol fosil (biasanya metanol) digunakan.

Oleh kerana peningkatan dalam harga minyak mentah antarabangsa dan kebimbangan global mengenai kesan penggunaan bahan api fosil terhadap alam sekitar, pada tahun-tahun kebelakangan ini, populariti biodiesel telah meningkat secara mendadak di dunia termasuk di Indonesia. Usaha membangunkan penggunaan biodiesel di Indonesia sebenarnya telah dibuat sejak lebih sepuluh tahun lalu. Walau bagaimanapun, aktiviti itu tidak diberi keutamaan kerana harga minyak murah di negara itu. Aktiviti penyelidikan adalah terhad hanya dalam skala makmal dan ujian prestasi. Tetapi pada masa kini harga bahan api semakin meningkat dan rizab minyak semakin berkurangan di Indonesia. Oleh itu, kerajaan Indonesia menunjukkan kesungguhan dalam membangunkan tenaga alternatif termasuk biodiesel.

Pelbagai dasar yang menyokong pembangunan tenaga ini telah dibuat. Antaranya adalah Peraturan Presiden No 5/2006 mengenai Dasar Tenaga Negara (Perpres, 2006), Arahan Presiden No 1/2006 mengenai penggunaan biofuel (Pengisian, 2006), piawaian Indonesia biodiesel yang dipanggil SNI 04-7182-2006 (BSN, 2006), dan nombor siri 3675K/24/DJM/2006 yang dikeluarkan oleh Kementerian Tenaga dan Sumber Galian, yang mengawal penggunaan FAME (asid lemak metil ester). Sejak Mei 20, 2006, Indonesia telah secara rasmi telah menjual campuran B5 biodiesel, dengan nama perdagangan biosolar, pada harga yang sama dengan minyak diesel automotif subsidi.

Walaupun bagaimanapun, kajian tertentu berdasarkan biodiesel sawit adalah sangat terhad, terutamanya pada tahap yang saintifik. Objektif kajian ini adalah untuk menilai khususnya kesan biodiesel sawit pada prestasi dan pelepasan enjin diesel automotif. Kajian ini telah dilakukan sebagai sebahagian daripada penyelidikan utama untuk menilai kesan biodiesel pada tahap pencemaran udara, kesihatan dan kesan ekonomi. Akhirnya, hasilnya boleh digunakan sebagai rujukan saintifik dalam keputusan dasar dan peraturan. Enjin diesel digunakan dalam pengangkutan, penjanaan kuasa, aplikasi marin, dan digunakan secara meluas, tetapi disebabkan kekurangan rizab bahan api fosil secara beransur-ansur dan kesan pencemaran alam sekitar, kajian segera perlu dalam mencari bahan api alternatif yang sesuai untuk kegunaan dalam enjin diesel (Kumar et al., 2008).

Kenderaan yang menggunakan enjin diesel memerlukan satu bahan pengganti iaitu bahan api alternatif. Bahan alternatif yang telah dibangunkan sekarang ialah biodiesel. Ia dihasilkan daripada ikatan kimia alkohol dengan minyak, lemak, gris atau kimia dikenali sebagai ester alkil. Ester ini mempunyai ciri-ciri yang sama sebagai bahan api diesel mineral dan lebih baik dari segi bilangan setana. Di samping itu, biodiesel adalah lebih baik daripada bahan api diesel dari segi kandungan sulphur, takat kilat dan kandungan aromatik. Sebagai bahan api cecair, biodiesel adalah mudah untuk digunakan dan boleh digunakan dalam enjin pencucuhan mampatan tanpa pengubahsuaian enjin. Ia juga boleh dicampur dengan diesel petroleum untuk mewujudkan biodiesel campuran (Ahmad, H. 2001). Mengenai kualiti minyak sayuran, Malaysia telah komited untuk mengkaji penggunaan biodiesel dengan campuran minyak sawit sebagai bahan api alternatif bagi diesel enjin. Dalam usaha untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau, minyak sawit biodiesel adalah bahan api yang perlu dipertimbangkan dalam kajian dan penyelidikan. Agarwal et al. (2005) menjalankan siasatan terperinci untuk menilai bahagian-bahagian enjin yang haus menggunakan bahan api biodiesel.

Biodiesel adalah yang paling sesuai kerana enjin diesel tidak perlu diubah dan ia cenderung untuk memberikan kuasa yang hampir sama seperti minyak diesel. Biodiesel adalah bahan api yang diperbuat daripada minyak sayuran dan alkohol menggunakan proses bahan kimia yang dipanggil transesterifikasi. Proses kehadiran alkohol diperlukan sebagai pemangkin untuk mengesan alkil ester asid lemak (FA) di dalam minyak sayuran atau lemak haiwan (Pulkrabek, W.W, 2004). Biodiesel boleh dihasilkan daripada pelbagai bahan mentah seperti kacang soya, minyak sawit, minyak biji sesawi dan sebagainya.

Walaupun bagaimanapun, biodiesel kini tidak dilaksanakan dari segi ekonomi disebabkan kos pengeluaran yang tinggi. Oleh itu, beberapa kajian telah dijalankan untuk mengoptimalkan proses dengan menggunakan bahan mentah yang berharga seperti seperti minyak sawit. Penggunaan minyak sawit untuk menghasilkan biodiesel semakin meningkat sebagai bahan api alternatif untuk enjin diesel. Minyak sawit biodiesel sangat baik dari segi pencucuhan mampatan dan penggunaan kos penghasilan yang lebih rendah. Oleh itu, ramai penyelidik mengkaji prestasi enjin yang berbeza dan meningkatkan hasil pengeluaran (Plint, M. dan Matyr, A. 1995).

Selain daripada itu, beberapa penyelidik juga cuba untuk mengoptimumkan prestasinya dengan menggunakan bahan aditif yang berbeza.

Setelah bahan api dihasilkan, ujian enjin diesel diperlukan untuk menilai prestasi campuran bahan api sawit biodiesel, minyak diesel dan bahan aditif. Ujian prestasi enjin telah menunjukkan prestasi yang berbeza disebabkan kepada sifat bahan api campuran yang berbeza. Dalam kajian ini, emisi dan prestasi enjin diesel telah diuji campuran bahan api iaitu: (biodiesel sawit + *STP Diesel Fuel Treatment* + Premium bahan api diesel) dan (biodiesel sawit + *MAXZ Diesel Treatment* + Premium bahan api diesel). Produk ini telah diuji dengan menggunakan enjin diesel dan pemangkin yang lebih baik akan diputuskan berasaskan pada prestasi enjin dan dijalankan di Kompleks Makmal Kejuruteraan Mekanikal, UTeM.

Projek ini keseluruhannya akan membentangkan kajian biodiesel sawit dengan mengkaji emisi dan prestasi enjin diesel menggunakan campuran biodiesel sawit dengan beberapa bahan aditif pada perkadaran yang berbeza. Projek ini juga akan menumpukan kepada pengeluaran dan kecekapan tenaga daripada enjin diesel. Projek ini akan turut membincangkan latar belakang pembakaran dan pelepasan diesel enjin dan juga mengenal pasti masalah yang hadapi oleh masyarakat melalui penggunaan enjin diesel. Projek ini akan merungkai masalah-masalah yang timbul melalui eksperimen dan kajian yang mendalam. Di samping itu, objektif, skop dan kepentingan kajian akan dinyatakan bagi mengetahui apakah sasaran serta kepentingan kajian ini dijalankan.

## 1.2 PERNYATAAN MASALAH

Sumber baru bahan api alternatif perlu dibangunkan dengan sifat-sifat setanding dengan bahan api berasaskan petroleum. Oleh itu kajian ini memfokuskan sumber alternatif seperti bahan api campuran menggunakan biodiesel sawit untuk menyelesaikan masalah yang berlaku.

Penggunaan campuran biodiesel sawit masih belum dikaji dan difahami sepenuhnya dalam pengujian pada enjin diesel. Pada masa kini, bahan aditif hanya dicampur dengan diesel sahaja sebagai pemangkin dalam pretasi enjin. Oleh yang demikian, kajian ini akan merumuskan tahap keberkesanan campuran bahan api biodiesel sawit, diesel dan ditambah dengan bahan aditif untuk menguji sifat-sifat fizikal campuran bahan api, ciri-ciri pretasi enjin diesel dan emisi gas.

Dalam kajian ini, *STP Diesel Fuel Treatment* dan *MAXZ Diesel Treatment* digunakan sebagai aditif kepada campuran bahan api diesel dan biodiesel sawit. Kedua-dua aditif ini dipilih kerana kedua-duanya mempunyai banyak kelebihan apabila digunakan dalam ujian prestasi enjin. Keputusan yang diperolehi daripada kajian ini sekurang-kurangnya dapat melengkapkan kajian baru terhadap campuran bahan api yang ditambah dengan aditif.

## 1.3 OBJEKTIF

Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji pretasi dan emisi enjin diesel dengan menggunakan campuran minyak sawit biodiesel dengan beberapa bahan aditif pada perkadaran yang berbeza dan mengoptimunkan keputusan pretasi dan emisi enjin dengan menggunakan kaedah Taguchi.

#### 1.4 SKOP KAJIAN

Skop projek ini terdiri daripada beberapa langkah dan perlu merancang dengan betul supaya projek ini dapat mencapai objektif yang dikehendaki. Terdapat banyak proses yang terlibat untuk menghasilkan produk ini. Antara skop projek ini adalah:

- i. Menguji kesan bahan aditif dalam campuran minyak sawit biodiesel dan diesel.
- ii. Mengenalpasti sifat fizikal campuran bahan api seperti ketumpatan, kelikatan dan nilai kalori campuran bahan api.
- iii. Prestasi enjin akan diukur dari segi kuasa, penggunaan bahan api tentu brek dan tekanan berkesan min brek bagi campuran bahan api .
- iv. Mengkaji emisi gas campuran bahan api seperti hidrokarbon, karbon dioksida dan karbon monoksida.
- v. Mengenalpasti keputusan yang optimun bagi pretasi dan emisi enjin menggunakan kaedah Taguchi.