

UJI KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET*
CAMPURAN BIOSOLAR B20 DENGAN BIOADITIF MINYAK
CENGKEH (*SYZIGIUM AROMATICUM*) DAN MINYAK PALA
(*MYRISTICA FRAGRANS*)

SKRIPSI



ATMA CAHYO ANGGONO

1810816210013

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

2023

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Uji Karakteristik Pembakaran *Droplet* Campuran Biosolar B20 Dengan Bioaditif
Minyak Cengkeh (*Syzigium Aromaticum*) Dan Minyak Pala (*Myristica Fragrans*)**

Oleh

Atma Cahyo Anggono (1810816210013)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 03 Juli 2023 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU.
NIP 197106111995121001

Anggota 1 : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., IPM.
NIP 197007171998021001


Anggota 2 : Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.
NIP 199203222019031010

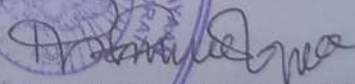
**Pembimbing
Utama** : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE
NIP 197608052008121001

Banjarbaru, Januari 2024
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,**


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001


Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE
NIP 197608052008121001



HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL SKRIPSI :

UJI KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* CAMPURAN BIOSOLAR B20 DENGAN BIOADITIF MINYAK CENGKEH (*SYZIGIUM AROMATICUM*) DAN MINYAK PALA (*MYRISTICA FRAGRANS*)

Nama : Atma Cahyo Anggono

NIM : 1810816210013

Program Studi : Teknik Mesin

Konsentrasi : Konversi Energi

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE

KOMITE PENGUJI

Ketua : Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU.

Anggota I : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., IPM.

Anggota II : Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Senin, 23 Mei 2022

Seminar Hasil : Rabu, 4 Januari 2023

Sidang Akhir : Senin, 3 Juli 2023

Tempat : Ruang Sidang PSTM

SK Penguji :








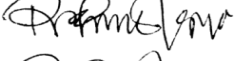







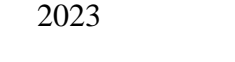

LEMBAR KONSULTASI

SKRIPSI

Nama : Atma Cahyo Anggono

NIM : 1810816210013

Judul : Uji Karakteristik Pembakaran *Droplet* Campuran Biosolar B20
Dengan Bioaditif Minyak Cengkeh (*Syzigium Aromaticum*) Dan
Minyak Pala (*Myristica Fragrans*)

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1	27/4/2022	Perbaiki judul skripsi maksimal 20 kata	
2	27/4/2022	Perbaiki latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan batasan masalah	
3	27/4/2022	Perbaiki penulisan kutipan pada penelitian terdahulu dan hapus gambar yang tidak diperlukan	
4	27/4/2022	Buat skema alat penelitian pada BAB 3 lebih baik	
5	27/4/2022	Kaitkan prosedur penelitian dengan skema penelitian	
6	11/5/2022	Perbaiki format penulisan pada tabel	
7	11/5/2022	Buat deskripsi yang jelas dan mudah dipahami pada setiap gambar atau hapus gambar yang tidak diperlukan	
8	11/5/2022	Perbaiki kata-kata yang masih salah	
9	11/5/2022	Perbaiki skema penelitian dan prosedur penelitian	
		ACC BAB 1,2,3	
10	20/12/2022	Masukkan referensi pendukung di latar belakang	
11	20/12/2022	Tabel di BAB 2 diperjelas	
12	20/12/2022	Perbaiki diagram penelitian	
13	20/12/2022	Rumus tidak perlu dituliskan di BAB 4	
14	20/12/2022	Kaitkan hasil grafik di BAB 4 dengan penelitian sebelumnya	
15	20/12/2022	Berikan pembahasan untuk hasil uji GC-MS	
		ACC BAB 4,5	

Banjarbaru,
Dosen Pembimbing

2023



Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T.IPM
NIP. 197608052008121001

**PERNYATAAN ORISINALITAS
SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak mendapat karya ilmiah yang diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dari naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dari daftar pustaka`

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur–unsur jiplakan skripsi. Saya bersedia Skripsi (Sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 pasal 70)

Banjarbaru, 3 Juli 2023

Atma Cahyo Anggono

NIM. 1810816210013

RIWAYAT HIDUP

Atma Cahyo Anggono lahir di Tanah Laut pada tanggal 7 April 2000, Putra kedua dari Ayah Miswanto dan Ibu Rubini. Menyelesaikan pendidikan di TK Bhayangkari (2005-2006), SDN Angsau 5 (2006-2012), SMP Negeri 1 Pelaihari (2012-2015), SMA Negeri 1 Pelaihari (2015-2018). Studi di Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun angkatan 2018.

Banjarbaru, 3 Juli 2023

Atma Cahyo Anggono
NIM. 1810816210013

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan Syukur ke kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Uji Karakteristik Pembakaran *Droplet* Campuran Biosolar B20 Dengan Bioaditif Minyak Cengkeh (*Syzigium Aromaticum*) Dan Minyak Pala (*Myristica Fragrans*). Sholawat serta Salam tak lupa juga selalu tercurahkan kepada bimbingan Nabi Muhammad SAW beserta sahabat, kerabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Selesainya penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati saya menyampaikan rasa syukur kepada Allah SWT dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada :

1. Ayah dan Ibu Miswanto dan Rubini yang mana telah memberikan dukungan baik berupa doa, dana maupun ucapan semangat sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.SI. selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Anwar, S.T., M.T., Bapak Herry Irawansyah, S.T., M.Eng., Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., dan Bapak Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T. selaku Koordinator Skripsi.
6. Bapak Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng., Bapak Dr. Abdul Ghofur, M.T., Bapak Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Skripsi.

8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
9. Seluruh kawan-kawan angkatan 2018 yang telah mendukung terselesaikannya skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Dalam kesempatan ini pula saya menyampaikan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT semata. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak sangatlah saya harapkan demi kemajuan kita bersama.

Banjarbaru, 3 Juli 2023

Atma Cahyo Anggono
NIM. 1810816210013

RINGKASAN

Atma Cahyo Anggono (1810816210013), Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Juli 2023. Uji Karakteristik Pembakaran *Droplet* Campuran Biosolar B20 Dengan Bioaditif Minyak Cengkeh (*Syzigium Aromaticum*) Dan Minyak Pala (*Myristica Fragrans*); Pembimbing : Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE.

Minyak atsiri sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar ditinjau dari struktur senyawa penyusun dan ketersediaan oksigen yang besar. Jenis minyak atsiri yang berpotensi untuk campuran bahan bakar adalah minyak cengkeh dan minyak pala. Penelitian ini melakukan uji pembakaran *droplet* untuk mengetahui perbandingan karakteristik pembakaran yang terjadi meliputi *ignition delay*, *flash point*, *burning rate*, tinggi api, dan temperatur tertinggi yang dihasilkan antara campuran biosolar B20 yang telah ditambahkan minyak cengkeh dengan variasi 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml dengan campuran biosolar B20 yang juga telah ditambahkan minyak pala dengan variasi 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml. Setelah itu penelitian dilanjutkan dengan pengujian *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengetahui kandungan senyawa yang muncul dari masing-masing campuran setelah ditambakkannya minyak cengkeh dan minyak pala. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi jumlah minyak cengkeh dan minyak pala yang ditambahkan ke dalam biosolar B20 menjadikan nilai *ignition delay*, *flash point*, dan tinggi api semakin rendah. Sementara untuk nilai *burning rate* dan temperatur tertinggi api menjadi semakin besar. Dari hasil uji GC-MS menunjukkan beberapa senyawa baru yang muncul di dalam campuran bahan bakar biosolar B20 antara lain *alpha pinene* dan *2 beta pinene* yang berasal dari minyak pala sedangkan minyak cengkeh membawa beberapa senyawa baru yaitu *3-allyl-6-methoxyphenol*, *trans-caryophyllene*, dan *1,2 benzenedicarboxylic acid*.

Kata Kunci : Minyak Cengkeh, Minyak Pala, Pembakaran *Droplet*, *Ignition Delay*, *Flash Point*, *Burning Rate*, Tinggi Api, Temperatur Tertinggi, GC-MS

SUMMARY

Atma Cahyo Anggono (1810816210013) Mechanical Engineering Study Program, Faculty Of Engineering, Lambung Mangkurat University, July 2023. Test of Droplet Combustion Characteristics of Biosolar B20 Mixture with Clove Oil (Syzigium Aromaticum) and Nutmeg Oil (Myristica Fragrans) Bioadditives; Supervisor : Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE

Essential oils have the potential to be used as a fuel mixture in terms of the structure of the constituent compounds and the large availability of oxygen. Types of essential oils that have the potential to be used as fuel mixtures are clove oil and nutmeg oil. This study conducted the Combustion Droplet test to determine the comparison of Combustion Characteristics which includes ignition delay, flash point, burning rate, flame height, and highest temperature produced between biosolar B20 mixtures which has been added to clove oil with variations of 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml and 5 ml with a mixture of biosolar B20 which has been added nutmeg oil with variations of 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml and 5 ml. After that, the research was continued with Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) testing to determine the content of compounds that emerged from each mixture after adding clove oil and nutmeg oil. The results showed that added clove oil and nutmeg oil to the biosolar B20 made lower the ignition delay, flash point, and flame height values. Meanwhile, the value of the burning rate and highest temperature of flame is getting bigger. The GC-MS test results showed that several new compounds appeared in the biosolar B20 fuel mixture, including alpha-pinene and 2 beta-pinene, which were derived from nutmeg oil, while clove oil brought several new compounds, namely 3-allyl-6-methoxyphenol, trans- caryophyllene, and 1,2 benzenedicarboxylic acid.

Keywords : *Clove Oil, Nutmeg Oil, Droplet Combustion, Ignition Delay, Flash Point, Burning Rate, Flame Height, Highest Temperature, GC-MS*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur ke kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Uji Karakteristik Pembakaran *Droplet* Campuran Biosolar B20 Dengan Bioaditif Minyak Cengkeh (*Syzigium Aromaticum*) Dan Minyak Pala (*Myristica Fragrans*). Sholawat serta Salam tak lupa juga selalu tucurahkan kepada bimbingan Nabi Muhammad SAW beserta sahabat, kerabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam penyusunan Skripsi ini, yang hanya dengan bantuan berbagai pihak Skripsi ini dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dorongan yang berupa materi maupun moral.
2. Bapak Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM., ACPE selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi yang telah mendorong, membimbing, dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut. Akhir kata, semoga Skripsi ini berguna untuk pengembangan ilmu di kemudian hari.

Banjarbaru, 3 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN IDENTITAS	iii
HALAMAN KONSULTASI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Bahan Bakar Minyak	5
2.3 Biodiesel	7
2.4 Karakteristik Biodiesel	8
2.5 Biosolar	9
2.6 Bioaditif Bahan Bakar	11
2.7 Katalis	12
2.8 Minyak Atsiri	13
2.9 Minyak Cengkeh	13
2.10 Minyak Pala	14
2.11 Pembakaran	15

2.12 Pembakaran <i>Droplet</i>	17
2.13 Karakteristik Pembakaran <i>Droplet</i>	19
2.14 <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>	21
2.15 Uji Anova	24
2.16 Uji Regresi.....	25
2.17 Uji Korelasi.....	26
2.18 Uji Hipotesis	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Metode Penelitian	28
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	28
3.3 Variabel Penelitian	28
3.3.1 Variabel bebas.....	28
3.3.2 Variabel terkontrol	28
3.3.3 Variabel terikat.....	29
3.4 Skema Dan Alat Penelitian.....	31
3.5 Prosedur Penelitian	32
3.5.1 Proses pencampuran biosolar B20 dengan minyak cengkeh dan pembuatan <i>droplet</i>	32
3.5.2 Proses pencampuran biosolar B20 dengan minyak cengkeh dan pembuatan <i>droplet</i>	32
3.5.3 Prosedur pengambilan data.....	33
3.6 Pengujian <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>	34
3.7 Diagram Alir Penelitian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian Uji Pembakaran <i>Droplet</i>	37
4.2 Pembahasan Uji Pembakaran <i>Droplet</i>	38
4.2.1 Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap Tinggi Api Pada Pembakaran <i>Droplet</i>	38
4.2.2 Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap <i>Ignition Delay</i> Pada Pembakaran <i>Droplet</i>	44
4.2.3 Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap <i>Burning Rate</i> Pada Pembakaran <i>Droplet</i>	47

4.2.4 Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap <i>Flash Point</i> Pada Pembakaran <i>Droplet</i>	51
4.2.5 Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap Temperatur Tertinggi Yang Dihasilkan Pada Pembakaran. <i>Droplet</i>	54
4.3 Hasil Penelitian Uji <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i> (GC-MS).....	57
4.3.1 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20.....	58
4.3.2 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 1 mL.....	59
4.3.3 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 2 mL.....	61
4.3.4 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 3 mL.....	62
4.3.5 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 4 mL.....	64
4.3.6 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 5 mL.....	65
4.3.7 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 1 mL	67
4.3.8 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 2 mL	68
4.3.9 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 3 mL	70
4.3.10 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 4 mL	71
4.3.11 Hasil Uji GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 5 mL	73
4.4 Pembahasan Hasil Uji GCMS	74
BAB V PENUTUP	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Proses Pembakaran.....	15
Gambar 2.2 Permodelan Nyala pi <i>Droplet</i>	17
Gambar 2.3 Alat Kromatografi Gas Varian 430.....	21
Gambar 3.1 Skema Alat Pengujian Pembakaran <i>Droplet</i>	31
Gambar 3.2 Skema Alat Uji <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1 Tinggi api biosolar B20	38
Gambar 4.2 Tinggi api biosolar B20 : Minyak pala 1 mL.....	38
Gambar 4.3 Tinggi api biosolar B20 : Minyak pala 2 mL.....	38
Gambar 4.4 Tinggi api biosolar B20 : Minyak pala 3 mL.....	39
Gambar 4.5 Tinggi api biosolar B20 : Minyak pala 4 mL.....	39
Gambar 4.6 Tinggi api biosolar B20 : Minyak pala 5 mL.....	39
Gambar 4.7 Tinggi api biosolar B20 : Minyak cengkeh 1 mL.....	39
Gambar 4.8 Tinggi api biosolar B20 : Minyak cengkeh 2 mL.....	39
Gambar 4.9 Tinggi api biosolar B20 : Minyak cengkeh 3 mL.....	39
Gambar 4.10 Tinggi api biosolar B20 : Minyak cengkeh 4 mL.....	40
Gambar 4.11 Tinggi api biosolar B20 : Minyak cengkeh 5 mL.....	40
Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap Tinggi Api.....	40
Gambar 4.13 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Pala Terhadap Tinggi Api Menggunakan <i>Ms Excel</i>	42
Gambar 4.14 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Pala Terhadap Tinggi Api Menggunakan <i>Ms Excel</i>	42
Gambar 4.15 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap Tinggi Api Menggunakan <i>Ms Excel</i>	43
Gambar 4.16 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap Tinggi Api Menggunakan <i>Ms Excel</i>	43
Gambar 4.17 Grafik Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap <i>Ignition Delay</i>	44

Gambar 4.18 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Pala Terhadap <i>Ignition Delay</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	45
Gambar 4.19 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Pala Terhadap <i>Ignition Delay</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	46
Gambar 4.20 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap <i>Ignition Delay</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	46
Gambar 4.21 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap <i>Ignition Delay</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	47
Gambar 4.22 Grafik Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap <i>Burning Rate</i>	47
Gambar 4.23 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Pala Terhadap <i>Burning Rate</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	49
Gambar 4.24 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Pala Terhadap <i>Burning Rate</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	49
Gambar 4.25 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap <i>Burning Rate</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	50
Gambar 4.26 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap <i>Burning Rate</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	50
Gambar 4.27 Grafik Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap <i>Flash Point</i>	51
Gambar 4.28 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Pala Terhadap <i>Flash Point</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	52
Gambar 4.29 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Pala Terhadap <i>Flash Point</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	52
Gambar 4.30 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap <i>Flash Point</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	53
Gambar 4.31 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap <i>Flash Point</i> Menggunakan <i>Ms Excel</i>	53
Gambar 4.32 Grafik Pengaruh Penambahan Minyak Pala Dan Minyak Cengkeh Terhadap Temperatur Tertinggi	54
Gambar 4.33 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Pala Terhadap Temperatur Tertinggi Menggunakan <i>Ms Excel</i>	55

Gambar 4.34 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Pala Terhadap Temperatur Tertinggi Menggunakan <i>Ms Excel</i>	56
Gambar 4.35 Hasil Uji Regresi Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap Temperatur Tertinggi Menggunakan <i>Ms Excel</i>	56
Gambar 4.36 Hasil Uji Anova Pengaruh Minyak Cengkeh Terhadap Temperatur Tertinggi Menggunakan <i>Ms Excel</i>	57
Gambar 4.17 Grafik GC-MS sampel biosolar B20	58
Gambar 4.18 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak pala 1 mL.....	59
Gambar 4.19 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak pala 2 mL.....	61
Gambar 4.20 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak pala 3 mL.....	62
Gambar 4.21 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak pala 4 mL.....	64
Gambar 4.22 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak pala 5 mL.....	65
Gambar 4.23 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak cengkeh 1 mL.....	67
Gambar 4.24 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak cengkeh 2 mL.....	68
Gambar 4.25 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak cengkeh 3 mL.....	70
Gambar 4.26 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak cengkeh 4 mL.....	71
Gambar 4.27 Grafik GC-MS sampel biosolar B20 : Minyak cengkeh 5 mL.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Standar Mutu Biodiesel	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Solar/Biosolar B20	10
Tabel 2.3 <i>Properties</i> Minyak Cengkeh.....	14
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Bunga Dan Minyak Cengkeh.....	14
Tabel 2.5 Interpretasi Koefisien Korelasi	26
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Untuk Biosolar B20 Murni.....	29
Tabel 3.2 Rancangan Penelitian Untuk Campuran Biosolar B20 Dengan Minyak Cengkeh	29
Tabel 3.3 Rancangan Penelitian Untuk Campuran Biosolar B20 Dengan Minyak Pala	30
Tabel 4.1 Hasil Penelitian Uji Pembakaran <i>Droplet</i>	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20	58
Tabel 4.3 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 1 mL....	60
Tabel 4.4 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 2 mL....	61
Tabel 4.5 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 3 mL....	63
Tabel 4.6 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 4 mL....	64
Tabel 4.7 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Pala 5 mL....	66
Tabel 4.8 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 1 mL.....	67
Tabel 4.9 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 2 mL.....	69
Tabel 4.10 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 3 mL.....	70
Tabel 4.11 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 4 mL.....	72
Tabel 4.12 Hasil Pengujian GC-MS Sampel Biosolar B20 : Minyak Cengkeh 5 mL.....	73
Tabel 4.13 Komposisi Asam Lemak Pada Minyak Sawit	74