

SKRIPSI

ANALISA KARAKTERISTIK

PEMBAKARAN *DROPLET* ASAM LEMAK

TUNGGAL MINYAK NYAMPLUNG

DENGAN VARIASI CAMPURAN

BUTANOL



Oleh:

Nellysa Arviana Tasya
21036010015

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2024

SKRIPSI

**ANALISA KARAKTERISTIK
PEMBAKARAN *DROPLET* ASAM LEMAK
TUNGGAL MINYAK NYAMPLUNG
DENGAN VARIASI CAMPURAN
BUTANOL**



Oleh:

Nellysa Arviana Tasya
21036010015

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET*
ASAM LEMAK TUNGGAL MINYAK NYAMPLUNG DENGAN
VARIASI CAMPURAN BUTANOL**

Disusun Oleh :

Nellysa Arviana Tasya

21036010015

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Hari Rabu, 23 Juli 2025

Dosen Penguji I



Tria Puspa Sari, S.T., M.S.
NIP. 19940311 202506 2 005

Dosen Pembimbing



Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.
NIP. 19940428 202203 2 011

Dosen Penguji II



Dr. Musyaroh, S.T.P., M.T.
NIP. 19940820 202406 2 002

**Koordinator Program Studi
Teknik Mesin**



Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, M.T
NIP. 19640611 199203 2 001

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Nellysa Arviana Tasya
NPM : 21036010015
Program Studi : ~~Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan~~
/ ~~Teknik Lingkungan / Teknik Sipil / Teknik Mesin~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN) /~~
~~SEMINAR PROPOSAL / SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode V, TA
2024/2025.

Dengan Judul : ANALISA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET*
ASAM LEMAK TUNGGAL MINYAK NYAMPLUNG
DENGAN VARIASI CAMPURAN BUTANOL

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Tria Puspa Sari, S.T., M.S.

2. Dr. Musyaroh, S.T.P., M.T.

Surabaya, 24 Juli 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.
NIP. 19940428 202203 2 011

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nellysa Arviana Tasya
NPM : 21036010015
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik & Sains / Teknik Mesin
Judul Skripsi / Tugas Akhir : Analisa Karakteristik Pembakaran *Droplet* Asam Lemak Tunggal Minyak Nyamplung Dengan Variasi Campuran Butanol

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam Karya saya ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan mencantumkan dalam daftar pustaka

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 25 Juli 2025

Yang menyatakan,



METERAI
TEMPEL
A9CACAJX322642727

Nellysa Arviana Tasya

NPM. 21036010015

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dengan segala keterbatasannya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penyelesaian tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara moral maupun materi, yakni:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik & Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT. selaku Koordinator Program Studi dan dosen wali Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing penelitian tugas akhir.
4. Ibu Tria Puspa Sari, S.T., M.S. selaku dosen penguji I Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Dr. Musyaroh, S.T.P., M.T selaku dosen penguji II Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Keluarga tercinta, terutama Ayah dan Ibu, terima kasih atas semua doa, dukungan serta harapan – harapannya pada penulis dalam menyelesaikan skripsi dan laporan ini.
7. Teman – teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan support selama menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karenaitu, penulis dengan kerendahan hati menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini di masa depan.

Penyusun

Nellysa Arviana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
KETERANGAN REVISI.....	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Teori.....	5
2.1.1 Minyak Nabati.....	9
2.1.2 Minyak Nyamplung	11
2.1.3 Asam Oleat.....	13
2.1.4 Asam Linoleat	15

2.1.5	Pembakaran	16
2.1.6	Pembakaran <i>Droplet</i>	17
2.1.7	Karakteristik pembakaran	19
2.1.8	Bahan bakar.....	22
2.1.9	Bahan Bakar Biodiesel.....	23
2.1.10	Standart Mutu Biodiesel.....	23
2.1.11	Butanol	24
2.1.12	Transesterifikasi	27
2.2	Hipotesa Penelitian.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Metode Penelitian.....	29
3.2	Lokasi Penelitian.....	29
3.3	Variabel Penelitian	29
3.4	Diagram Alir.....	30
3.5	Variabel Bebas.....	32
3.6	Variabel Terikat	32
3.7	Variabel Kontrol	33
3.8	Alat dan Bahan Penelitian.....	33
3.8.1	Alat Penelitian.....	33
3.8.2	Bahan Penelitian.....	39
3.9	Rangkaian Alat atau Skema Penelitian	41
3.10	Metode Pengambilan Data	42
3.10.1	Pembuatan Biodiesel Minyak Nyamplung	42
3.10.2	Proses Pembuatan <i>Droplet</i> Biodiesel	43
3.10.3	Prosedur Pengambilan Data	43

3.11	Metode Pengolahan Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Pengaruh Penambahan Variasi Butanol pada Asam Linoleat dan Asam Oleat terhadap <i>Ignition Delay Time</i>	46
4.2	Pengaruh Penambahan Variasi Butanol pada Asam Oleat dan Asam Linoleat terhadap Evolusi Diameter <i>Droplet</i>	51
4.3	Pengaruh Penambahan Variasi Butanol pada Asam Linoleat dan Asam Oleat terhadap Temperatur <i>Droplet</i>	54
4.4	Pengaruh Penambahan Variasi Butanol pada Asam Linoleat dan Asam Oleat terhadap Evolusi Nyala Api.....	58
BABV KESIMPULAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUTAKA		70
LAMPIRAN.....		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Asam Oleat	14
Gambar 2. 2 Struktur Asam Linoleat	15
Gambar 2. 3 Bentuk Api Difusi Pada Pembakaran <i>Droplet</i>	18
Gambar 2. 4 Bentuk Nyala Api <i>Droplet</i>	19
Gambar 2. 5 Visualisasi Api.....	21
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 <i>Themocouple Tipe K</i>	33
Gambar 3. 3 <i>Heater</i>	34
Gambar 3. 4 Data <i>Logger ADAM - 6018+</i>	35
Gambar 3. 5 Laptop Lenovo	36
Gambar 3. 6 Kamera	37
Gambar 3. 7 <i>Micropipette</i>	38
Gambar 3. 8 Aki	38
Gambar 3. 9 Skema Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 <i>Ignition Delay Time</i> dan Durasi Nyala Api Campuran Asam Linoleat – Butanol.....	47
Gambar 4. 2 <i>Ignition Delay Time</i> dan Durasi Nyala Api Campuran Asam Oleat – Butanol.....	48
Gambar 4. 3 Perbandingan <i>Ignition Delay Time</i> dan Durasi Nyala Api Campuran Linoleat - Butanol dan Campuran Oleat - Butanol	50
Gambar 4. 4 Hubungan Diameter <i>Droplet</i> yang Dinormalisasikan vs Waktu yang Dinormalkan pada Campuran Asam Linoleat - Butanol.....	52
Gambar 4. 5 Hubungan Diameter <i>Droplet</i> yang Dinormalisasikan vs Waktu yang Dinormalkan pada Campuran Asam Oleat – Butanol.....	53
Gambar 4. 6 Temperatur <i>Droplet</i> selama Pembakaran pada Campuran Asam Linoleat - Butanol	55
Gambar 4. 7 Grafik Temperatur <i>Droplet</i> selama Pembakaran pada Campuran Asam Oleat - Butanol	56

Gambar 4. 8 Visualisasi Nyala Api (a) LB0 (Linoleat 100% + Butanol 0%), (b) LB20 (Linoleat 80% + Butanol 20%), (c) LB30 (Linoleat 70% + Butanol 30%), (d) LB40 (Linoleat 60% + Butanol 40%).....	59
Gambar 4. 9 Visualisasi Api (a) OB0 (Oleat 100% + Butanol 0%), (b) OB20 (Oleat 80% + Butanol 20%), (c) OB30 (Oleat 70% + Butanol 30%), (d) OB40 (Oleat 60% + Butanol 40%)	61
Gambar 4. 10 Visualisasi Tinggi Api Campuran Linoleat – Butanol pada 1,2s dalam Satuan (mm) (a) LB0, (b) LB20, (c) LB30, (d) LB40	64
Gambar 4. 11 Visualisasi Tinggi Api Campuran Oleat – Butanol pada 1,2s pada Satuan (mm) (a) OB0, (b) OB20, (c) OB30, (d) OB40	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Jenis Asam Lemak yang Terkandung dalam Minyak Nabati	10
Tabel 2. 3 Sumber Minyak Nabati Yang Potensial Sebagai Bahan Baku Biodiesel	11
Tabel 2. 4 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Nyamplung	12
Tabel 2. 5 Kandungan Asam Lemak pada Minyak Nyamplung	13
Tabel 2. 6 Sifat Fisik Asam Oleat.....	15
Tabel 2. 7 Sifat Fisik Asam Linoleat.....	16
Tabel 2. 8 Standar SNI Untuk Biodiesel	24
Tabel 2. 9 Karakteristik Butanol	26
Tabel 3. 1 Presentase Campuran Asam Oleat dan Butanol	32
Tabel 3. 2 Presentase Campuran Asam Linoleat dan Butanol	32
Tabel 3. 3 Sifat Fisik Asam Oleat.....	39
Tabel 3. 4 Sifat Fisik Asam Linoleat.....	39
Tabel 3. 5 Karakteristik Butanol	40
Tabel 3. 6 Pengambilan Data Pembakaran.....	45

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Ignition Delay Time Campuran Asam Linoleat – Butanol	74
Lampiran 2. Data Ignition Delay Time Campuran Asam Oleat – Butanol	74
Lampiran 3. Data Durasi Nyala Api Campuran Asam Linoleat – Butanol.....	74
Lampiran 4. Data Durasi Nyala Api Campuran Asam Oleat – Butanol.....	74
Lampiran 5. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB	75
Lampiran 6. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 20	76
Lampiran 7. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 30	78
Lampiran 8. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 40	79
Lampiran 9. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat -Butanol Variasi OB 0	80
Lampiran 10. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 20.....	82
Lampiran 11. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 30.....	83
Lampiran 12. Data Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 0.....	84
Lampiran 13. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 0	85
Lampiran 14. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 20	86
Lampiran 15. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 30	86
Lampiran 16. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat - Butanol Variasi LB 40	87
Lampiran 17. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 0.....	87

Lampiran 18. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 20	88
Lampiran 19. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 30	88
Lampiran 20. Grafik Evolusi Diameter <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 40	89
Lampiran 21. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat -Butanol Variasi LB 0.....	89
Lampiran 22. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat -Butanol Variasi LB 20.....	90
Lampiran 23. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat -Butanol Variasi LB 30.....	90
Lampiran 24. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Linoleat -Butanol Variasi LB 40.....	91
Lampiran 25. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 0	92
Lampiran 26. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 20	92
Lampiran 27. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 30	93
Lampiran 28. Data Temperatur Pembakaran <i>Droplet</i> pada Campuran Asam Oleat - Butanol Variasi OB 40	93

DAFTAR NOTASI

Q	: Energi total penguapan (kJ/kg)
C_{hf}	: Kalor jenis bahan bakar (kJ/kg°C)
T	: Temperatur (°C)
Δh_v	: Kalor laten penguapan (kJ/kg)
D	: Diameter <i>Droplet</i> (mm)
K_c	: <i>Burning rate constant</i> (mm ² /s)
T	: <i>Burning lifetime</i> (s)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pembakaran *droplet* asam lemak tunggal dari minyak nyamplung, khususnya asam oleat dan asam linoleat, dengan variasi campuran butanol. Minyak nyamplung dipilih sebagai bahan bakar nabati alternatif karena kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi dan potensi ketersediaannya di Indonesia. Metode yang digunakan adalah eksperimen visualisasi pembakaran *droplet* di dalam ruang bakar tertutup dengan bantuan kamera berkecepatan tinggi. Variasi campuran butanol yang digunakan yaitu 0%, 20%, 30%, dan 40% terhadap asam lemak. Parameter yang diamati meliputi *ignition delay*, durasi pembakaran, evolusi diameter *droplet*, temperatur *droplet*, dan visualisasi nyala api selama pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan butanol memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik pembakaran. Peningkatan konsentrasi butanol menyebabkan *ignition delay time* menurun, dengan nilai terendah terjadi pada campuran 40% butanol. Evolusi diameter *droplet* menunjukkan adanya pembesaran awal akibat pemanasan, diikuti penurunan karena penguapan. Temperatur *droplet* meningkat lebih cepat pada campuran dengan butanol dibandingkan bahan bakar murni. Visualisasi nyala api menunjukkan bahwa campuran dengan 20% hingga 30% butanol menghasilkan nyala yang lebih stabil, berwarna biru terang, serta lebih simetris dan kecil dibandingkan campuran tanpa butanol. Asam linoleat cenderung menunjukkan reaksi lebih cepat dibandingkan asam oleat akibat perbedaan struktur molekul dan sifat fisiknya. Secara keseluruhan, campuran butanol pada asam lemak tunggal mampu meningkatkan efisiensi dan kestabilan pembakaran.

Kata kunci: *Droplet*, Asam Oleat, Asam Linoleat, Butanol, *Ignition Delay*, Durasi Nyala Api, Evolusi Diameter, Temperatur Pembakaran, Visualisasi Api

ABSTRACT

This study aims to analyze the combustion characteristics of single fatty acid droplets derived from nyamplung oil, specifically oleic acid and linoleic acid, with variations in butanol mixtures. Nyamplung oil was selected as an alternative biofuel due to its high content of unsaturated fatty acids and its availability potential in Indonesia. The method used was a droplet combustion visualization experiment conducted in a closed combustion chamber with the assistance of a high-speed camera. The butanol mixture variations applied were 0%, 20%, 30%, and 40% by volume relative to the fatty acids. The observed parameters included ignition delay, combustion duration, droplet diameter evolution, droplet temperature, and flame visualization during combustion. The results showed that the addition of butanol significantly influenced the combustion characteristics. Increasing the butanol concentration resulted in a decrease in ignition delay time, with the shortest delay observed at the 40% butanol mixture. The evolution of droplet diameter exhibited initial expansion due to heating, followed by a decrease due to evaporation. Droplet temperature increased more rapidly in mixtures containing butanol compared to pure fuel. Flame visualization showed that mixtures with 20% to 30% butanol produced more stable flames, with bright blue coloration, and more symmetrical and smaller flame shapes than those without butanol. Linoleic acid tended to react faster than oleic acid due to differences in molecular structure and physical properties. Overall, the addition of butanol to single fatty acids was able to improve combustion efficiency and flame stability.

Keywords: *Droplet, Oleic Acid, Linoleic Acid, Butanol, Ignition Delay, Flame Duration, Diameter Evolution, Combustion Temperature, Flame Visualization*