

SKRIPSI

**PEMBAKARAN DROPLET MINYAK KELAPA DAN
CAMPURANNYA**

TEKNIK MESIN PEMINATAN KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



SEPTIAN DWI CAHYA

152117072

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN REVISI SKRIPSI

**PEMBAKARAN DROPLET MINYAK KELAPA DAN
CAMPURANNYA**

TEKNIK MESIN PEMINATAN KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



SEPTIAN DWI CAHYA

152117072

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal
27 Agustus 2020

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

(Adhes Gamayel, ST., MT.)
S092012120002

(Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.)
S092019030006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

(Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.)
S092019030006

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PEMBAKARAN DROPLET MINYAK KELAPA DAN
CAMPURANNYA

TEKNIK MESIN PEMINATAN KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik

SEPTIAN DWI CAHYA

152117072

27 Agustus 2020

Dosen Pembimbing :

Tanda Tangan

1. Adhes Gamayel, ST., MT.
S092012120005

(-----)

2. Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.
S092019030006

(-----)

Mengetahui,
Kajur Teknik Mesin

(Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.)
S092019030006

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Septian Dwi Cahya

NPM : 152117072

Program Study : Teknik Mesin / Konversi Energi

Judul Skripsi : Pembakaran *Droplet* Minyak Kelapa dan Campurannya

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi teknik mesin, Universitas Global Jakarta.

Dewan Pembimbing

Tanda tangan

Pembimbing 1 : Adhes Gamayel, ST., MT.

()

NIP : S092012120005

Pembimbing 2 : Mohamad Zaenudin, SPd., M.Sc.Eng. (

)

NIP : S092019030006

Ditetapkan di : Universitas Global Jakarta

Tanggal : 27 Agustus 2020

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Septian Dwi Cahya

NPM : 152117072

Program Study : Teknik Mesin / Konversi Energi

Judul Skripsi : Pembakaran *Droplet* Minyak Kelapa dan Campurannya

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Tanda Tangan

Penguji 1 : Ade Sunardi, ST., MT ()
NIP : S092012120002

Penguji 2 : Kasum, ST., MT ()
NIP : S092017010001

Penguji 3 : Ryan Ariyansah, ST., MT ()
NIP : S092019030001

Ditetapkan di : Universitas Global Jakarta

Tanggal : 27 Agustus 2020

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan 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 yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 pasal 70).

Jakarta, 27 Agustus 2020

Mahasiswa

Materai Rp,6000,-

Septian Dwi Cahya

52117072

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Septian Dwi Cahya
NPM : 152117072
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik dan Kesehatan
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PEMBAKARAN DROPLET MINYAK KELAPA DAN CAMPURANNYA”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 27 Agustus 2020

Yang menyatakan

(Septian Dwi Cahya)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur sebanyak-banyaknya kepada Allah Swt. Atas segala karunia yang Dia berikan kepada hamba-Nya dan kepada kami khususnya, skripsi ini ku persembahkan untuk yang tercinta dan tersayang yaitu Ibunda, Ayahanda, Istri, dan Anak-Anak tercinta. Terima kasih atas doa semangat dan segala dukungan kalian, baik dalam bentuk materi maupun moril. Karya ini saya persembahkan untuk kalian, sebagai wujud rasa terima kasih atas pengorbanan dan jerih payah kalian sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dan semoga dengan selesainya karya ini bisa mengangkat derajat keluarga dimata orang besar, harapan saya dengan karya ini kalian bisa tersenyum bangga.

ABSTRAK

Septian Dwi Cahya, Program Studi Teknik Mesin Universitas Global Jakarta, Pembakaran Droplet Minyak Kelapa dan Campurannya. Bapak Adhes Gamayel, ST., MT. dan Bapak Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pembakaran *droplet* dari minyak kelapa dan campurannya. Dalam penelitian ini menggunakan minyak yaitu; Minyak kelapa (CCO) dicampur dengan minyak cengkeh, minyak kelapa dicampur dengan pertamax, minyak kelapa dicampur dengan pertamina dex yang masing – masing campuran dengan persentase 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Keberadaan minyak cengkeh dalam campuran bahan bakar menyebabkan pembakaran yang semakin banyak campuran minyak cengkehnya maka pembakaran menjadi lebih panjang, disebabkan kandungan eugenol yang terdapat pada minyak kelapa dan minyak cengkeh sama-sama memperkaya kandungan oksigen pada bahan bakar. Pada minyak pertamax dalam campuran bahan bakar menyebabkan pembakaran mengalami lama pembakaran yang tidak stabil pada setiap campuran, disebabkan minyak pertamax minyak pertamax sendiri merupakan cairan yang mudah terbakar pada suhu normal dan tidak stabil bila dipanaskan. Pada minyak pertamina dex dalam calam campuran bahan bakar juga mengalami lama pembakaran yang tidak stabil pada setiap campurannya, disebabkan pertamina dex sendiri merupakan cairan yang mudah terbakar pada suhu yang cukup.

Kata Kunci : Pembakaran *droplet*, minyak kelapa, pertamax, pertamina dex

ABSTRACT

Septian Dwi Cahya, *Mechanical Engineering Study Program, Jakarta Global University, Combustion of Coconut Oil Droplets and Its Mixtures.* Mr. Adhes Gamayel, ST., MT. and Mr. Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.

This study aims to determine the characteristics of droplet combustion from coconut oil and its mixture. In this study using oil, namely; Coconut oil (CCO) is mixed with clove oil, coconut oil is mixed with Pertamina, coconut oil is mixed with Pertamina Dex, each of which is mixed with a percentage of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. The presence of clove oil in the fuel mixture causes more burning of the clove oil mixture, the longer the combustion is, because the eugenol content in coconut oil and clove oil both enrich the oxygen content of the fuel. The Pertamina oil in the fuel mixture causes the combustion to experience an unstable combustion period in each mixture, because Pertamina oil itself is a flammable liquid at normal temperatures and is unstable when heated. Pertamina dex oil in the fuel mixture also experiences an unstable burning time in each mixture, because Pertamina dex itself is a flammable liquid at sufficient temperature.

Keywords: Burning droplets, coconut oil, pertamax, pertamina dex

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Alloh SWT yang telah menganugerahkan rahmat serta hidayah-NYA, yang karena-NYA penulis dapat menyelesaikan penyusunan penelitian ini dengan judul “Pembakaran *Droplet* Minyak Kelapa dan Campurannya”.

Dalam penyusunan penelitian ini tentunya penulis mengalami beberapa hambatan, tantangan serta kesulitan. Namun karna dukungan semua pihak, hambatan, tantangan serta kesulitan tersebut dapat dilalui. Dalam kesempatan yang bahagia ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Alloh S.W.T. yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran serta kekuatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, istri dan anak-anak yang tidak pernah putus mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Adhes Gamayel, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Wakil Rektor Universitas Global Jakarta yang telah membantu dalam memberikan arahan, dukungan, serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng. selaku dosen pembimbing II dan Kajur Teknik Mesin Universitas Global Jakarta yang memberikan banyak arahan, motivasi, dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Staff, Dosen – dosen, dan teman - teman Universitas Global Jakarta, yang membantu selama proses pendidikan dan administrasi dengan tenaga dan pikiran.

Tentunya penulis berharap setiap bantuan yang telah diberikan oleh segenap pihak dapat menjadi ladang kebaikan, dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi kemajuan pendidikan.

Jakarta 27 Agustus 2020

Penulis

Septian Dwi Cahya

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| LEMBAR PENGESAHAN REVISI SKRIPSI | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING | iv |
| HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI | v |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS | vi |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... | vii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | viii |
| ABSTRAK | ix |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 19 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 19 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 21 |
| 1.3 Batasan Masalah | 21 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 21 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 22 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 23 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu | 23 |
| 2.2 Minyak Kelapa (<i>Coconut Oil</i>) | 25 |
| 2.2.1 Keunggulan Minyak Kelapa | 27 |
| 2.2.2 Manfaat Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar | 27 |
| 2.2.3 Sifat – Sifat Minyak Kelapa..... | 28 |
| 2.2.4 Kandungan Minyak Kelapa Murni | 29 |
| 2.3 Minyak Cengkeh..... | 29 |
| 2.3.1 Manfaat Minyak Cengkeh Bagi Kesehatan | 35 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.3.2 | Kandungan Senyawa Pada Cengkeh..... | 35 |
| 2.3.3 | Penggunaan..... | 36 |
| 2.3.4 | Sejarah Minyak Cengkeh..... | 37 |
| 2.3.5 | Kandungan Bahan Aktif Dalam Bunga dan Buah Cengkeh | 37 |
| 2.3.6 | Pengujian Kualitas Minyak Cengkeh..... | 37 |
| 2.3.7 | Kajian Metabolomik | 38 |
| 2.4 | Densitas..... | 39 |
| 2.5 | Viskositas..... | 40 |
| 2.6 | Droplet | 41 |
| 2.6.1 | Tegangan Permukaan..... | 43 |
| 2.7 | Pertamax | 44 |
| 2.7.1 | Keunggulan Pertamax | 45 |
| 2.8 | Pertamina Dex..... | 45 |
| 2.9 | Campuran Bahan Bakar | 49 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 50 |
| 3.1 | Metode Penelitian | 50 |
| 3.2 | Variabel Yang Diamati | 50 |
| 3.3 | Alat dan Bahan..... | 51 |
| 3.3.1 | Bahan | 51 |
| 3.3.2 | Peralatan..... | 51 |
| 3.4 | Instalasi Alat Percobaan dan Bagian – Bagian | 53 |
| 3.5 | Langkah Percobaan..... | 53 |
| 3.6 | Diagram Alir..... | 56 |
| BAB IV PEMBAHASAN | | 57 |
| 4.1 | Perubahan Karakteristik Bentuk Api | 57 |
| 4.1.1 | Karakteristik Nyala Api Minyak Kelapa Dan Campurannya. | 57 |
| 4.2 | Tinggi dan Lebar Api..... | 61 |
| 4.2.1 | Nyala Api Campuran Minyak Kelapa Dengan Minyak Cengkeh..... | 62 |
| 4.2.2 | Nyala Api Campuran Minyak Kelapa Dengan Pertamax. | 62 |
| 4.2.3 | Nyala Api Campuran Minyak Kelapa Dengan Pertamina Dex. | 63 |
| 4.3 | Nyala Api (Life Time) | 63 |

| | | |
|----------------------------|--|-----------|
| 4.4 | Suhu (°C) Pembakaran <i>Droplet</i> | 65 |
| 4.4.1 | Suhu Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Cengkeh..... | 66 |
| 4.4.2 | Suhu Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina 67 | |
| 4.4.3 | Suhu Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina Dex 68 | |
| 4.5 | Densitas..... | 68 |
| 4.5.1 | Densitas Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Cengkeh. | 71 |
| 4.5.2 | Densitas Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina..... | 71 |
| 4.5.3 | Densitas Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina Dex. | 72 |
| BAB V PENUTUP | | 73 |
| 5.1 | Kesimpulan | 73 |
| 5.2 | Saran | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 74 |
| LAMPIRAN | | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----------------|
| Gambar 2. 1 Minyak Kelapa | 26 |
| Gambar 2. 2 Minyak Cengkeh | 30 |
| Gambar 2. 3 Daun Cengkeh | 31 |
| Gambar 2. 4 Gagang Cengkeh | 32 |
| Gambar 2. 5 Bunga Cengkeh | 34 |
| Gambar 2. 6 Fenomena <i>Micro-Explosion</i> Droplet..... | 43 |
| Gambar 2. 7 Pertamina..... | 44 |
| Gambar 2. 8 Pertamina dex..... | 46 |
| Gambar 3. 1 Instalasi Percobaan..... | 53 |
| Gambar 3. 2 Diagram alir skema penelitian. | 56 |
| Gambar 4. 1 Urutan nyala api pembakaran <i>droplet</i> (a) CCO90CO10 , (b) CCO80CO20 , (c) CCO70CO30 , (d) CCO60CO40 , (e) CCO50CO50 | 58 |
| Gambar 4. 2 Urutan nyala api pembakaran <i>droplet</i> (a) CCO90PO10 , (b) CCO80PO20 , (c) CCO70PO30 , (d) CCO60PO40 , (e) CCO50PO50 | 58 |
| Gambar 4. 3 Urutan nyala api pembakaran <i>droplet</i> (a) CCO90PDO10 , (b) CCO80PDO20 , (c) CCO70PDO30 , (d) CCO60PDO40 , (e) CCO50PDO50 | 59 |
| Gambar 4. 4 Fenomena <i>micro explosion</i> (a) CCO60CO40, (b) CCO90PO10, (c) CCO50PDO50. | 60 |
| Gambar 4. 5 Tinggi dan lebar api dari campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dan pertamax, serta campuran minyak kelapa dan pertamina dex..... | 61 |
| Gambar 4. 6 Grafik tinggi api pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh. | 62 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 7 Grafik tinggi api pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan pertamax..... | 62 |
| Gambar 4. 8 Grafik tinggi api pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan pertamina dex. | 63 |
| Gambar 4. 9 Grafik suhu pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh. | 66 |
| Gambar 4. 10 Grafik suhu pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan pertamax..... | 67 |
| Gambar 4. 11 Grafik suhu pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan pertamina dex..... | 68 |
| Gambar 4. 12 Grafik densitas campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh. ... | 71 |
| Gambar 4. 13 Grafik densitas campuran minyak kelapa dan pertamax..... | 71 |
| Gambar 4. 14 Grafik densitas campuran minyak kelapa dan pertamina dex..... | 72 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel Sifat dasar bahan bakar minyak kelapa dan campurannya | 49 |
| Tabel Penyerdehanaan penyebutan minyak kelapa dan campurannya | 55 |
| Tabel 4. 1 Tinggi dan lebar api. | 61 |
| Tabel 4. 2 Data lama api menyala..... | 64 |
| Tabel 4. 3 Suhu pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh..... | 66 |
| Tabel 4. 4 Suhu pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan pertamax. ... | 67 |
| Tabel 4. 5 Suhu pembakaran <i>droplet</i> campuran minyak kelapa dan pertamina dex. | 68 |
| Tabel 4. 6 Massa dari <i>picnometer</i> kosong, isi, dan saat dipanaskan dari masing – masing campuran minyak..... | 69 |
| Tabel 4. 7 Hasil perhitungan densitas minyak | 70 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh. | 76 |
| Lampiran 2 Campuran minyak kelapa dan pertamax. | 76 |
| Lampiran 3 Campuran minyak kelapa dan pertamina dex | 76 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahun 2015 Indonesia menjadi salah satu negara pengimpor minyak bumi terbesar di dunia, ketersediaan minyak bumi ini semakin berkurang sementara penggunaannya semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktifitas industri, meningkatnya angka kendaraan bermotor dan sebagainya. Dalam lima tahun terakhir ini pemerintah sedang mengurangi pasokan import minyak mentah tujuannya untuk mengurangi defisit neraca perdagangan di Indonesia. Bahkan dengan ketersediaan minyak bumi yang makin menipis sementara penggunaannya semakin meningkat seiring dengan banyaknya aktivitas industri, meningkatnya angka kendaraan bermotor dan sebagainya. Sehingga perlu pencarian sumber energi terbarukan untuk mengatasi kebutuhan minyak yang ada didalam negeri. Tanaman kelapa merupakan komoditi ekspor dan dapat tumbuh disepanjang pesisir pantai khususnya, dan dataran tinggi serta lereng gunung pada umumnya. Buah kelapa yang menjadi bahan baku minyak disebut kopra. Dimana kandungan minyaknya berkisar antara 60 – 65 %. Sedang daging buah segar (muda) kandungan minyaknya sekitar 43 %. Minyak kelapa terdiri dari gliserida, yaitu senyawa antara gliserin dengan asam lemak. Kandungan asam lemak dari minyak kelapa adalah asam lemak jenuh yang diperkirakan 91 % terdiri dari Caproic, Caprylic, Capric, Lauric, Myristic, Palmatic, Stearic, dan Arachidic, dan asam lemak tak jenuh sekitar 9% yang terdiri dari Oleic dan Linoleic. (Warisno, 2003).

Berdasarkan penelitian (Mursalin 2011) meneliti unjuk kerja dan emisi gas buang mesin bensin dengan bahan bakar campuran bensin-etanol. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa bahan bakar bensin dengan campuran etanol 10 % dan 20 % memiliki torsi dan daya yang lebih baik dari

pada bensin murni serta menghasilkan emisi gas buang dengan kandungan gas CO dan HC yang cukup rendah. Selain itu, penggunaan bahan bakar yang dicampur dengan etanol memiliki nilai ekonomis dibandingkan dengan bahan bakar bensin murni, nilai oktan bensin yang dicampur etanol lebih tinggi dan sebanding dengan nilai oktan pertamax.

Pohon kelapa banyak ditemukan hampir di seluruh hamparan pulau – pulau di Indonesia. Pohon kelapa ini sering dijuluki sebagai pohon kehidupan (*the tree of life*), karena seluruh bagian dari pohon kelapa ini dapat dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng. Minyak ini diperoleh dari daging kelapa yang cara pengambilannya dapat dilakukan dengan metode pancingan, yaitu mencampur kanil kelapa dengan minyak kelapa. Metode lain yaitu cara kering, dilakukan dengan cara daging kelapa dikeringkan kemudian dimasukkan dalam alat hidrolitik pres untuk diperoleh minyak kelapa. Pada proses ini dilakukan dalam 6 tahap, yaitu perlakuan awal, pemecahan jaringan, pemanasan (pemasakan), pengepresan, penyaringan (*filtrasi*) dan pemurnian. Minyak goreng dari kelapa saat ini mulai jarang digunakan karena masyarakat Indonesia lebih suka menggunakan minyak goreng kelapa sawit.

Minyak kelapa murni atau lebih dikenal dengan *Coconut Oil* merupakan merupakan modifikasi proses pembuatan minyak kelapa sehingga dihasilkan produk dengan kadar air dan kadar asam lemak bebas yang rendah, berwarna bening, berbau harum, serta mempunyai daya simpan yang cukup lama yaitu lebih dari 12 bulan. Pembuatan minyak kelapa ini memiliki banyak keunggulan yaitu tidak membutuhkan biaya yang mahal karena bahan baku mudah didapat dengan harga yang murah, pengolahan yang sederhana dan tidak terlalu rumit, serta penggunaan energi yang minimal karena tidak menggunakan bahan bakar sehingga kandungan kimia dan nutrisinya tetap terjaga terutama asam lemak dalam minyak. Jika dibandingkan dengan minyak kelapa biasa atau sering disebut dengan minyak goreng (minyak

kelapa kopra) minyak kelapa murni mempunyai kualitas yang lebih baik. Minyak kelapa kopra akan berwarna kuning kecoklatan, berbau tidak harum dan mudah tengik sehingga daya simpannya tidak bertahan lama (kurang dari dua bulan). Dari segi ekonomi minyak kelapa murni mempunyai harga jual yang lebih tinggi dibanding minyak kelapa kopra sehingga studi pembuatan *Coconut Oil* perlu dikembangkan (anonim, 2009).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya adalah Bagaimana mengetahui karakteristik pembakaran droplet minyak kelapa dengan campuran Pertamina Dex, minyak kelapa dengan campuran Pertamina Max, dan minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh?.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik pembakaran droplet minyak kelapa dengan campuran bio solar, minyak kelapa dengan campuran Pertamina Max, dan minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh.
2. Data waktu pembakaran *droplet (lifetime)*.
3. Suhu pembakaran *droplet*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah dapat mengetahui karakteristik pengaruh penambahan minyak kelapa dengan campuran Pertamina Dex, minyak kelapa dengan campuran Pertamina Max dan minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh terhadap pembakaran droplet

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyajian skripsi hasil penelitian ini yang bermula dari latar belakang masalah sampai pada kesimpulan hasil penelitian maka skripsi ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori sebagai landasan dan pendukung dalam melakukan kegiatan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang alat-alat yang digunakan dalam penelitian. Selain itu dijelaskan pula mengenai langkah-langkah dan kondisi yang dilakukan dalam penelitian dan pengambilan data.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi data-data hasil penelitian, perhitungan data-data tersebut, grafik, serta analisis mengenai hasil yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang sumber-sumber yang mendukung untuk pengambilan data dari penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Arwin et al (2019), Semakin menipisnya bahan bakar fosil membuat sumber energi terbarukan semakin banyak dikembangkan saat ini. Salah satunya adalah pemanfaatan etanol sebagai pengganti atau campuran bahan bakar bensin. Namun, penggunaan etanol langsung ke kendaraan harus memperhatikan beberapa hal seperti nilai kalor, nilai oktan, kemurnian etanol dan sifat *volatility* dari etanol. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik pembakaran persentase campuran bahan bakar bensin-etanol melalui pembakaran droplet dengan mengamati visualisasi api, *ignition delay time*, dan lama nyala api. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental (*experimental method*). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase etanol 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Hasil yang didapatkan melalui visualisasi api yaitu, terjadinya ledakan-ledakan kecil (*micro explosion*) disetiap campuran bahan bakar dengan ledakan kecil yang berbeda-beda seiring dengan meningkatnya campuran etanol terhadap bensin. *Ignition delay time* terlama ditunjukkan pada bahan bakar E20 dengan nilai 0,283 detik dan yang terendah pada bahan bakar E0 dengan nilai 0,116 detik, lama nyala api tertinggi pada bahan bakar E10 dengan nilai 1,333 detik dan yang terendah pada bahan bakar E20 dengan nilai 1,003 detik.

Dodi Mardiansyah (2020) Penggunaan minyak nabati dapat mengurangi pemanasan global dan emisi gas buang. Minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) adalah salah satu minyak nabati yang memiliki keunggulan yaitu dapat diperbarui, nilai kalor tinggi, kandungan sulfur rendah, gugus aromatik rendah dan memiliki kemampuan terurai tinggi pada

lingkungan. Minyak jarak pagar adalah energi alternatif nabati yang tersusun oleh *trigliserida* (penyusun utama minyak nabati) yaitu gliserol, ester dan asam lemak. Minyak jarak pagar memiliki viskositas tinggi dan tingkat penguapan rendah, yang menyebabkan pembakaran dan penyalaan api tidak sempurna. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik dari minyak nabati ini sendiri adalah dengan mencampurkan bahan bakar lain untuk memperbaiki karakteristik minyak tersebut. Minyak cengkeh merupakan minyak yang dapat dicampurkan untuk memperbaiki karakteristik pembakaran dari minyak nabati. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak cengkeh kedalam minyak nabati terhadap *burning rate*, *ignition delay*, temperatur pembakaran maksimum, dan visualisasi nyala api. Penelitian ini menggunakan volume minyak total yang diuji sebesar 100ml dengan kandungan minyak cengkeh yang ditambahkan sebesar 5% dan minyak jarak pagar 95%. Droplet minyak nabati dibakar pada ruang bakar dengan kondisi suhu ruang uji bakar 25°C-33°C, dan dengan diameter droplet sebesar 0,7mm, daya heater dihasilkan dengan menggunakan trafo dc dengan kuat arus 8A/80A dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 250Vdc.

Seno Darmanto, dan Ireng Sigit A (2006) Berdasarkan karakteristik hasil pengujian bahan bakar biodiesel terlihat bahwa dari beberapa campuran, bahan bakar B15 (85% solar dan 15% *coconut oil*) mempunyai kelebihan yakni flash point yang lebih rendah dan *caloric value* yang lebih besar dari pada B10 dan B20 namun sedikit lebih rendah dari B5. Minyak biodiesel yang bersumber dari minyak kelapa dapat dibuat secara mudah dengan cara mereaksikan (mencampurkan) minyak kelapa dengan *methanol* dan katalis NaOH yang akan menghasilkan biodiesel dan gliserin. Tingkat keberhasilan dalam proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan, temperatur pemanasan dan kadar katalis serta kandungan air ketika pembuatan *sodium metoksid*. Bahan bakar biodiesel minyak kelapa mempunyai potensi besar untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar pengganti

minyak diesel/solar. *Flash point* dari biodiesel kelapa lebih rendah dari pada solar. Nilai kalor bahan bakar biodiesel minyak kelapa setara dengan solar.

2.2 Minyak Kelapa (*Coconut Oil*)

Minyak kelapa (Inggris: *coconut oil*) adalah minyak kelapa yang dibuat dari bahan baku kelapa segar, diambil minyaknya atau *kernel-nya*, diproses dengan pemanasan terkendali atau tanpa pemanasan sama sekali, tanpa bahan kimia dan RDB. Penyulingan minyak kelapa seperti di atas berakibat kandungan senyawa-senyawa esensial yang dibutuhkan tubuh tetap utuh. Minyak kelapa dengan kandungan utama asam laurat ini memiliki sifat antibiotik, anti bakteri dan jamur. minyak biodiesel kelapa mempunyai viskositas yang lebih tinggi dari pada solar (B0), sehingga apabila digunakan pada mesin diesel akan mempengaruhi (efek berat) pada pompa bahan bakar. Pompa bekerja agak berat dan juga pengkabutan yang kurang baik, tetapi dengan komposisi pencampuran yang tepat akan diperoleh hasil yang lebih maksimal. *Flash point* dari biodiesel kelapa lebih rendah dari pada solar sehingga hal ini diharapkan bahan bakar biodiesel lebih cepat terbakar pada saat pembakaran. Dengan didukung oleh angka setana untuk biodiesel kelapa yang lebih tinggi dari pada solar (Soerawidjaja, 2003)

Minyak kelapa merupakan salah satu produk utama yang dapat diolah dari daging buah kelapa. Minyak kelapa dihasilkan melalui ekstraksi daging buah kelapa dengan cara kering dan basah. Ekstraksi cara kering menggunakan bahan baku kopra untuk menghasilkan minyak kelapa kasar yang tidak dapat langsung dikonsumsi, tetapi harus melalui tahapan pemurnian. Ekstraksi cara kering menggunakan bahan baku kelapa parut kering menghasilkan minyak berkualitas tinggi atau *Coconut Oil*. Ekstraksi cara kering hanya dapat dilakukan pada skala industri karena memerlukan bahan baku yang banyak dan modal besar, sedangkan ekstraksi cara basah dapat dilakukan pada skala rumah tangga. Tahapan ekstraksi minyak cara basah diawali dengan preparasi santan, kemudian ekstraksi minyak dari santan

dengan cara pemanasan, fermentasi, dan sentrifugasi. Minyak kelapa hasil ekstraksi cara kering dan atau basah memiliki karakteristik tersendiri dibandingkan dengan minyak nabati lain. Perbedaan utama antara minyak kelapa dan minyak nabati lain adalah kandungan asam lemak rantai medium yang terdapat pada minyak kelapa. Minyak kelapa mengandung asam lemak rantai medium yang dapat mencapai 61,93% (Karouw et al., 2013).



Gambar 2. 1 Minyak Kelapa

Sumber : <https://bibitbunga.com/manfaat-pohon-kelapa-bagi-manusia/>

Kelompok Asam Lemak Rantai Medium (ALRM) adalah asam lemak yang memiliki 6-12 atom karbon. Keunggulan ALRM dalam proses pencernaan dibanding asam lemak tak jenuh yaitu proses metabolismenya lebih cepat, sehingga energi lebih cepat dihasilkan (Marten et al., 2006). Tulisan ini mendeskripsikan proses pengolahan minyak kelapa serta manfaatnya bagi kesehatan manusia karena kaya asam lemak rantai medium. Minyak kelapa dapat dikelompokkan dalam keluarga *alilbenzena* dari senyawa - senyawa *fenol*. *Eugenol* berupa zat cair berbentuk cairan jernih tak berwarna yang akan berubah secara lambat menjadi kekuningan bila terkena udara (Sastrohamidjojo, 2004:120). *Eugenol* dapat larut dalam alkohol, eter, kloroform serta sedikit dalam air serta mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$ bobot molekulnya adalah 164,20 dan titik didih $250-255^{\circ}C$ (Bulan, 2004:2). *Eugenol* berperan untuk memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar. Serta temuan (Choi dalam Kadarohman, 2009:140) mengemukakan bahwa

atom oksigen di dalam bahan bakar akan berperan untuk mengoksidasi jelaga dan gas karbon monoksida (CO) sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna.

2.2.1 Keunggulan Minyak Kelapa

- A. Tidak membutuhkan biaya yang mahal, karena bahan baku mudah didapat dengan harga yang murah.
- B. Pengolahan yang sederhana dan tidak terlalu rumit.
- C. Penggunaan energi yang minimal, karena tidak menggunakan bahan bakar, sehingga kandungan kimia dan nutrisinya tetap terjaga terutama asam lemak dalam minyak.

Jika dibandingkan dengan minyak kelapa biasa, atau sering disebut dengan minyak goreng (minyak kelapa kopra), minyak kelapa mempunyai kualitas yang lebih baik. Minyak kelapa kopra akan berwarna kuning kecoklatan, berbau tidak harum, dan mudah tengik, sehingga daya simpannya tidak bertahan lama (kurang dari dua bulan). Dari segi ekonomi, minyak kelapa mempunyai harga jual yang lebih tinggi dibanding minyak kelapa kopra, sehingga studi pembuatan *coconut oil* perlu dikembangkan.

2.2.2 Manfaat Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar

Minyak kelapa dapat dimanfaatkan secara langsung menjadi bahan bakar selayaknya solar. Minyak kelapa memiliki kekentalan 50-60 centi *stokes*, sedangkan solar 5 centi *stokes*. Pada suhu antara 80-90 derajat celcius, minyak kelapa memiliki kekentalan yang setara dengan solar. Salah satu inovasi yang dikembangkan Departemen Teknik Pertanian IPB yaitu dengan memanfaatkan suhu knalpot untuk mengubah kekentalan minyak kelapa agar sama dengan solar. Gas buang knalpot memiliki temperatur 350-360 derajat celcius sehingga diperlukan koil pendingin untuk menurunkan temperatur knalpot.

Kemudian minyak kelapa melalui sebuah selang dialirkan melalui knalpot sebelum menuju ke ruang pembakaran mesin diesel.

Cara seperti ini tentunya lebih murah dibandingkan dengan memanfaatkan kokodiesel, yaitu minyak kelapa yang telah melalui proses industri untuk diubah menjadi biodiesel. Selain itu, kelapa merupakan tanaman yang umum tumbuh di daerah pesisir, menjadikannya sumber bahan bakar yang potensial bagi nelayan setempat yang cenderung mengalami kesulitan bahan bakar, baik masalah harga maupun ketersediannya. Minyak kelapa yang dimanfaatkan adalah minyak kelapa yang telah melalui proses pemanasan guna menghilangkan asam lemak bebasnya.

2.2.3 Sifat – Sifat Minyak Kelapa

Minyak kelapa murni memiliki sifat kimia-fisika antara lain :

- A. Penampakan : tidak berwarna, Kristal seperti jarum
- B. Aroma : ada sedikit berbau asam ditambah bau caramel
- C. Kelarutan : tidak larut dalam air, tetapi larut dalam alcohol (1:1)
- D. Berat jenis : 0,883 pada suhu 20⁰C
- E. ph: tidak terukur, karena tidak larut dalam air. Namun karena termasuk dalam senyawa asam maka dipastikan memiliki pH di bawah 7
- F. Persentase penguapan : tidak menguap pada suhu 21⁰C (0%)
- G. Titik cair : 20-25⁰C
- H. Titik didih : 225⁰C
- I. Kerapatan udara (Udara = 1) : 6,91
- J. Tekanan uap (mmHg) : 1 pada suhu 121⁰C
- K. Kecepatan penguapan (Asam Butirat = 1) : tidak diketahui (Darmoyuwono, 2006)

2.2.4 Kandungan Minyak Kelapa Murni

Coconut Oil atau minyak kelapa mengandung asam lemak rantai sedang yang mudah dicerna dan dioksidasi oleh tubuh sehingga mencegah penimbunan di dalam tubuh. Di samping itu ternyata kandungan antioksidan di dalam *coconut oil* pun sangat tinggi seperti *tokoferol* dan *betakaroten*. Antioksidan ini berfungsi untuk mencegah penuaan dini dan menjaga vitalitas tubuh (Setiaji dan Prayugo, 2006). Komponen utama *coconut oil* adalah asam lemak jenuh sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10%. Asam lemak jenuh *coconut oil* didominasi oleh asam laurat. *Coconut oil* mengandung \pm 53% asam laurat dan sekitar 7% asam kaprilat. Keduanya merupakan asam lemak rantai sedang yang biasa disebut *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA). Sedangkan menurut Price (2004) *coconut oil* mengandung 92% lemak jenuh, 6% lemak mono tidak jenuh dan 2% lemak poli tidak jenuh (Wardani, 2007).

2.3 Minyak Cengkeh

Indonesia merupakan produsen dan konsumen cengkeh terbesar di dunia. Pemanfaatan cengkeh umumnya sebagai bahan pembuatan rokok, obat-obatan dan makanan atau minuman. pada 2 Februari 2012 menyebutkan produksi cengkeh pada tahun 2010 mencapai 70.000 ton per tahun dan mayoritas diserap untuk industri rokok hingga 93 persen. Hasil produksi cengkeh juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan kosmetik dan obat-obatan. Bagian utama cengkeh yang bernilai komersial adalah bunganya. Namun, adanya penemuan - penemuan baru dari bagian lain tanaman cengkeh, yaitu daun dan tangkai, telah dimanfaatkan pula dalam industri farmasi, kosmetik dan lain-lain. Cengkeh mengandung minyak atsiri dalam jumlah yang cukup besar, yaitu pada bunga (10-20%), tangkai (5-10%) dan daun (1-4%).



Gambar 2. 2 Minyak Cengkeh

Sumber : <https://www.sehatq.com/artikel/9-manfaat-minyak-cengkeh-yang-sayang-untuk-dilewatkan>

Selain itu, cengkeh juga mengandung komponen eugenol dalam jumlah besar (70-80%) yang bersifat *stimulant*, *anestetik* lokal, *karminatif*, *antiemetik*, antiseptik dan *antispasmodik* (Nurdjannah 2004). Cengkeh telah banyak memiliki khasiat sebagai obat herbal. Cairan bunga cengkeh yang masih hijau juga dapat dipakai untuk obat jantung disamping sebagai pewangi. Minyak cengkeh merupakan hasil samping dari pengolahan cengkeh. Bunga cengkeh mengandung minyak sekitar 10-20%, tangkai cengkeh 5-10% dan daun cengkeh 1-4%. Ayoola (2008) menyatakan bahwa senyawa yang terkandung dalam minyak cengkeh antara lain *eugenol* sebagai senyawa terbanyak, *caryophyllene*, *eugenol* asetat dan *alpha-humelene*. Menurut Lawless (1995), minyak cengkeh digolongkan dalam tiga jenis, yaitu minyak kuncup cengkeh, minyak daun cengkeh dan minyak batang cengkeh. Kandungan *eugenol* pada masing-masing jenis minyak cengkeh berbeda-beda yaitu pada minyak kuncup cengkeh (60-90%), minyak daun cengkeh (82-88%) dan minyak batang cengkeh (90-95%). Komponen utamanya adalah senyawa aromatik yang disebut *eugenol* sekitar 80-85% dan *karyofilen* sekitar 10-15% (Sastrohamidjojo, 2004:21).

Minyak cengkih hadir dalam novel *Perfume* karangan *Patrick Suskind*. Dalam novel tersebut, disebutkan bahwa minyak cengkih merupakan salah satu campuran untuk menghasilkan minyak wangi beraroma

kuat hingga mampu membangunkan orang yang pingsan. Minyak cengkih mengandung *eugenol* sebanyak 78-98 persen. Zat tersebut dihasilkan dari kelenjar minyak yang terdapat pada permukaan badan bunga cengkih. Secara umum, daun dan ranting cengkih mengandung *eugenol* dengan konsentrasi lebih banyak dibandingkan bunga cengkih. Pada minyak yang dihasilkan dari daun cengkih terdapat 82-88% *eugenol*, dan pada ranting mencapai 90-95%. Dibandingkan minyak dari bunga cengkih yang hanya mengandung 60-90% *eugenol*, sisanya adalah *eugenyl asetat*, *caryophyllene*, dan senyawa minor lainnya. Indonesia dan Madagaskar merupakan produsen utama minyak cengkih. Sentra utamanya ada di daerah Jawa Tengah, Jawa Barat, Sulawesi, Bali dan Nusa Tenggara. Minyak cengkeh dapat diambil dari bagian – bagian cengkeh seperti :

A. Minyak Daun Cengkeh (*Clove Leaf Oil/CLO/MDC*)



Gambar 2. 3 Daun Cengkeh

Sumber : <https://suarapos.com/minyak-daun-cengkeh-bisa-mengatasi-kanker-serviks/>

CLO paling banyak diolah di Indonesia, memiliki rendemen sekitar 1.5- 3% tergantung musim. Apabila musim hujan, rendemen yang dihasilkan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan rendemen yang dihasilkan pada saat musim kering. Harga bahan baku daun cengkeh ini bervariasi mulai dari IDR 500 – 2500 tergantung wilayah sentra cengkeh. CLO ini merupakan minyak cengkeh yang paling rendah kualitasnya dibanding 2 jenis minyak cengkeh lainnya CSO dan CBO.

Kualitas minyak cengkeh sendiri tergantung pada kandungan *eugenol* yang dikandung setiap minyak. CLO sendiri memiliki kandungan *eugenol* antara 58 – 75% dengan sisanya adalah senyawa *terpene* seperti *Karen*, *Caryophilene*, *Humulene* dan lain – lain hingga 100%. Penyulingan daun cengkeh sendiri biasanya menggunakan ketel dengan kapasitas minimal 300 Kg hingga 1000 Kg. Asumsi 2% rendemen maka akan didapatkan minyak cengkeh sekitar 6 – 20 Kg setiap kali suling. Harga minyak daun cengkeh bervariasi tergantung pengepul lokal yang membeli, namun saat ini (2015) Harga minyak daun cengkeh sekitar Rp 125.000 hingga Rp 135.000.

Minyak daun cengkeh ini termasuk pada minyak berat, karena berat jenisnya lebih dari 1 Kg/m³, sehingga minyak cengkeh ini biasanya akan terdapat dibawah air. Desain dari penampung minyak cengkeh sendiri berbeda dari kebanyakan penampung minyak atsiri lainnya. Penampung minyak – minyak dengan bobot ringan tidak dapat digunakan untuk menampung minyak cengkeh, jikapun dapat harus di ubah-suaikan agar dapat berguna.

B. Minyak Gagang Cengkeh (*Clove Stalks Oil*)



Gambar 2. 4 Gagang Cengkeh

Sumber : <https://ano.web.id/minyak-atsiri-cengkeh/>

Minyak gagang cengkeh ini tidak setiap saat didapatkan. Dalam satu tahun hanya satu kali periode proses suling gagang cengkeh. Hal

tersebut dikarenakan tergantung pada masa panen cengkeh, dan masing – masing sentra cengkeh memiliki waktu yang berbeda – beda dalam pemanenan bunga cengkeh. Gagang cengkeh yang dimaksud adalah gagang yang menempel pada bunga cengkeh. Karena menempel pada bunga, maka kadar eugenol yang terkandung pada gagang ini lebih besar daripada yang terkandung pada CLO. CSO ini selain memiliki kandungan *eugenol* yang lebih tinggi, rendemen minyaknya juga lebih tinggi daripada CLO, kandungan minyak dalam CSO berkisar antara 3- 5% w/w. dengan kadar *eugenol* berkisar antara 78 – 85%. Berat jenis CSO lebih berat dari pada CLO dikarenakan kandungan *Eugenol* lebih tinggi dari pada CLO. Berat jenis berkisar antara 1.030 – 1.045 Kg/m³.

Harga CSO sendiri lebih mahal dibandingkan dengan CLO, dikarenakan kandungan *eugenol*nya. Biasanya CSO juga dimanfaatkan oleh para pengepul untuk mendongkrak berat jenis CLO yang memiliki berat jenis dibawah 1.020 Kg/m³. Berat jenis CLO dibawah 1.020 Kg/m³ biasanya dibeli lebih murah dibawah harga CLO standart, dengan pencampuran tersebut maka akan diperoleh CLO yang memiliki berat jenis yang sesuai standart, dan CSO nya akan turun kelas setara dengan CLO, namun pengepul mendapatkan jumlah minyak standart CLO lebih banyak. Keuntungan kedua dari penyulingan gagang cengkeh ini adalah, pasca penyulingan biasanya gagang cengkeh ini akan dijemur kembali hingga menjadi kering patah, kemudian dijual kembali oleh penyuling kepada pengepul ampas gagang. Biasanya penampung akhir adalah pabrik – pabrik rokok rumah tangga atau pabrik rokok non cukai, sebagai ganti dari bunga cengkeh, tentunya rasa dan aroma berbeda dengan rokok yang mahal.

C. Minyak Bunga Cengkeh (*Clove Bud Oil*)



Gambar 2. 5 Bunga Cengkeh

Sumber : <https://ano.web.id/minyak-atsiri-cengkeh/>

Sangat jarang sekali penyuling di Indonesia menyuling bunga cengkeh yang asli, dalam artian *full* bunga cengkeh yang disuling. CBO yang beredar dipasaran Indonesia biasanya adalah CBO dengan bahan baku hasil *irigan* bahan baku rokok (bagian bunga cengkeh yang tercampur dengan serbuk tembakau dan saus rokok). rendemennya rendah berkisar antara 1.5 – 3% saja berbeda dengan apabila menyuling CBO yang asli dari bunganya. Sedangkan kandungan *eugenol*nya berkisar antara 49%- 68%. Penyulingan menggunakan bahan baku bunga asli akan didapatkan rendemen sekitar 14 - 21% dengan kandungan *eugenol* yang dapat mencapai 98%. Penyulingan bunga cengkeh ini kurang marak di Indonesia karena petani lebih senang menjual bunga cengkehnya dalam keadaan *simplisia (herb)* tentunya didasari oleh faktor harga bunga kering yang tinggi.

Minyak cengkeh (keseluruhan) memiliki sifat *korosif*, karena kandungan *eugenol* yang dimiliki. apabila terkena kulit serasa terbakar dan menimbulkan kemerahan. Selain itu minyak cengkeh ini juga rawan menimbulkan alergi pada beberapa orang dan dapat menyebabkan kematian. Selain itu wadah atau material yang terbuat dari plastik – plastik lembut dalam waktu 1-2 hari akan terkena dampak menjadi muai dan rusak akibat terkena minyak cengkeh. Apabila terkena minyak cengkeh,

maka segera anda cuci dengan air yang mengalir, jika masih terasa panas dapat dibilas dengan sabun dan air hangat, dan jika masih berlanjut segera pergi ke pertolongan medis terdekat.

2.3.1 Manfaat Minyak Cengkeh Bagi Kesehatan

Minyak cengkeh adalah minyak esensial yang berasal dari pohon cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Minyak ini diproduksi dengan mengekstraksikan kuncup bunga cengkeh kering. Minyak cengkeh memiliki warna kuning pucat hingga coklat keemasan, dan memiliki aroma pedas yang kuat. Minyak ini kaya akan fenilpropanoid, yang merupakan suatu kelompok senyawa dari tumbuhan dengan senyawa utamanya, yaitu *eugenol*. Senyawa bioaktif lainnya yang terdapat dalam minyak cengkeh, yakni *timol*, *carvacrol*, dan *cinnamaldehyde*. Minyak cengkih digunakan dalam industri untuk pembuatan obat gigi, penyedap rasa, parfum, sebagai anti jamur, anti bakteri, dan anti serangga. Minyak cengkih juga dapat digunakan sebagai pembius ikan pengganti sianida sehingga usaha penangkapan ikan hidup dapat lebih ramah lingkungan.

Sebuah studi yang dilakukan oleh *Kuwait University* menemukan bahwa minyak cengkih memiliki efektivitas yang setara dengan *benzocain* sebagai pereda nyeri di dalam mulut. Meski terkenal sebagai obat pereda sakit gigi, tetapi FDA meragukannya.

2.3.2 Kandungan Senyawa Pada Cengkeh

Pada cengkih, kandungan senyawa yang terdapat berupa minyak *atsiri* (*eugenol*, *caryophyllene*, *furfural*, *vanillin*, *methyl salicylate*, *pyrocatechol*, *methyl ketone*, & *valeric aldehydes*, *eugenin*, *isoeugenitol*, *isoeugenitin*, *eugenitin*, *tannin*, *mucilage*, *sitosterol*, *estigmaterol*, *resins*, *cellulose*, *pinene*, *oleanolic acid*, & *fixed oil*. *Eugenol* adalah senyawa bioaktif utama dari

cengkih. *Eugenol* terdapat sebanyak 9381–14650 mg/100g cengkih.

Selain *eugenol*, pada cengkih terdapat pula *isoeugenol*. *Isoeugenol* adalah cairan minyak berwarna kuning pucat yang diekstraksi dari minyak cengkih dan kayu manis. *Isoeugenol* bersifat *hidrofobik* dan larut dalam pelarut organik. *Isoeugenol* memiliki aroma pedas dan rasa cengkih. *Isoeugenol* dibuat dari *eugenol* lewat proses pemanasan. *Eugenol* digunakan dalam parfum, penyedap, minyak *esensial* dan dalam pengobatan (antiseptik dan analgesik lokal), sedangkan produksi *isoeugenol* dapat digunakan untuk pembuatan *vanilin*. Turunan *Eugenol* atau turunan *metoksifenol* dalam klasifikasi yang lebih luas digunakan dalam wewangian dan penyedap. Senyawa *derivatif eugenol* digunakan dalam pembuatan produk penarik serangga dan peredam UV, analgesik, *biocides* dan antiseptik. *Isoeugenol* juga digunakan dalam pembuatan *stabilisator* dan antioksidan untuk plastik dan karet. *Isoeugenol* digunakan dalam pembuatan parfum, perasa, minyak *atsiri* (deskripsi bau: Cengkih, pedas, manis, berkayu) dan dalam pengobatan (antiseptik dan analgesik lokal) serta *vanillin*.

2.3.3 Penggunaan

Cengkih dapat digunakan sebagai bumbu, baik dalam bentuknya yang utuh atau sebagai bubuk. Bumbu ini digunakan di Eropa dan Asia. Terutama di Indonesia, cengkih digunakan sebagai bahan rokok kretek. Cengkih juga digunakan sebagai bahan dupa di Republik Rakyat Tiongkok dan Jepang. Minyak cengkih digunakan di aromaterapi dan juga untuk mengobati sakit gigi. Daun cengkih kering yang ditumbuk halus dapat digunakan sebagai pestisida nabati dan efektif untuk mengendalikan penyakit busuk batang

Fusarium dengan memberikan 50-100 gram daun cengkih kering per tanaman.

2.3.4 Sejarah Minyak Cengkeh

Pembaharu bidang kedokteran asal Swiss, Philippus Aureolus Paracelsus pada abad ke 16 memperkirakan bahwa tanaman yang berbau harum mendapatkan aromanya dari senyawa tertentu di dalamnya. Ia menyebutnya *quinta essentia*. Hipotesanya tersebut menjadi kunci lahirnya industri minyak atsiri di Eropa. Produksi pertama minyak cengkih tidak terlepas dari sejarah penjajahan bangsa Belanda di Indonesia. Di Eropa ketika itu sedang populer minyak *lavender*, yaitu minyak *atsiri* yang merupakan hasil penyulingan bunga *lavender*. Tak lama kemudian dengan kehadiran cengkih ke Eropa, berbagai tanaman yang berbau harum, termasuk cengkih, disuling untuk mendapatkan minyaknya.

2.3.5 Kandungan Bahan Aktif Dalam Bunga dan Buah Cengkeh

Minyak esensial dari cengkih mempunyai fungsi anestetik dan antimikrobia. Minyak cengkih sering digunakan untuk menghilangkan bau napas dan untuk menghilangkan sakit gigi. Zat yang terkandung dalam cengkih yang bernama eugenol, digunakan dokter gigi untuk menenangkan saraf gigi. Minyak cengkih juga digunakan dalam campuran tradisional *chojiyu* (1% minyak cengkih dalam minyak mineral; "*choji*" berarti cengkih "*yu*" berarti minyak) dan digunakan oleh orang Jepang untuk merawat permukaan pedang mereka.

2.3.6 Pengujian Kualitas Minyak Cengkeh

Berdasarkan WHO, kualitas dari produk minyak cengkih biasanya ditentukan dengan parameter berupa kandungan *eugenol* serta nilai benda asing dan abu. Batas *monograf* nilai benda asing dan abu dari minyak cengkih adalah 3%, sedangkan batas *monograf*

kandungan *eugenol* dari minyak cengkih adalah 85-95%. Misalnya, minyak cengkih merk A dan merk B masing-masing adalah 1,49%, 5,8% dan 3,79%, 6%, dan merk B tidak sesuai dengan batas monograf yang ditentukan (NMT 3%) untuk benda asing. Kandungan Eugenol dalam minyak atsiri dikuantisasi dengan metode RP-HPLC dan ditemukan masing-masing 93,3,1% dan 74,6% untuk merk A dan merk B. Dengan demikian, merk A memiliki kualitas unggul dan sementara merk B didiskualifikasi berdasarkan parameter standardisasi nilai materi asing / abu dan kandungan *eugenol*. Salah satu dokumen untuk menentukan kualitas minyak cengkih secara internasional adalah ISO 3142:1997

2.3.7 Kajian Metabolomik

Minyak cengkih tersusun dari *eugenol* yang ada dalam jumlah hingga 85%. Minyak cengkih berfungsi sebagai antimikroba untuk *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Minyak cengkih dianggap menghambat *sintesis prostaglandin*, sehingga mengurangi rasa sakit. *Eugenol*, unsur utama minyak cengkih memiliki aktivitas antikanker. Dalam satu penelitian, sel HL-60 didedahkan dengan *eugenol* menunjukkan fenomena *apoptosis* termasuk *fragmentasi* DNA dan pembentukan tangga DNA dalam *elektroforesis gel agarosa*. Diamati bahwa *eugenol* mentransduksi sinyal *apoptosis* melalui generasi spesies oksigen reaktif (ROS), menginduksi transisi *permeabilitas mitokondria* (MPT), mengurangi protein anti *apoptosis* tingkat bcl-2, menginduksi pelepasan *sitokrom c* ke *sitosol*, dan kematian sel *apoptosis* berikutnya. Ketika diambil bersama-sama, penelitian menunjukkan bahwa ROS memainkan peran penting dalam *apoptosis* yang diinduksi *eugenol* pada HL-60, dan ini adalah laporan pertama tentang mekanisme efek antikanker *eugenol*.

Berdasarkan penelitian oleh Rodríguez dkk, metode

spektroskopi ATR-FTIR dapat digunakan untuk mengkuantifikasi secara cepat konsentrasi minyak esensial cengkih (*Syzygium aromaticum*) dan *spearmint* (*Mentha spicata*) yang dienkapsulasi dalam matriks organik kompleks. Selain dapat menghemat waktu, metode ATR-FTIR juga mampu memonitor profil jenis minyak esensial. Metode ini dapat dengan mudah diadaptasi sebagai analisis rutin dalam industri minyak esensial sebagai alat standardisasi kualitas minyak esensial. Selain studi *profiling* mengenai senyawa-senyawa yang terdapat dalam cengkih pendekatan *metabolomik* dapat digunakan untuk menentukan efek antibiotik dari senyawa-senyawa dalam cengkih secara akurat, dan *komprehensif*. Berdasarkan hasil penelitian Mousavi dkk, lewat proses *metabolic profiling*, sebanyak 500 *metabolit* teridentifikasi dengan LC-MS dan 789 komponen terdeteksi oleh GCxGC-ToF/MS, sebanyak 125 senyawa teridentifikasi sebagai *metabolit terdisregulasi* menunjukkan perubahan *metabolome* *E. coli* BL21 yang disebabkan oleh aktivitas antibakteri dari minyak cengkih. Nilai MIC minyak cengkih adalah 10 mikroliter untuk 10⁷CFU/ml kultur *E. coli* BL21. Lewat uji aktivitas *antibacterial*, komponen minyak cengkih yang bersifat antibakteri adalah hanya *eugenol* ketika dibandingkan dengan *eugenyl acetate* & *beta-caryophyllene*. Berdasarkan hasil pengukuran SPME-LC-MS dan GC-IT/MS, menunjukkan bahwa *eugenol* merupakan senyawa pada minyak cengkih yang memiliki aktivitas antibakteri paling dominan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%.

2.4 Densitas

Massa jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda

yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air). Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan satu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama.

$$\rho_{minyak} = \frac{m_{tot} - m_{pic}}{m_{air}} \cdot \rho_{air}$$

dengan

ρ_{minyak} : adalah massa jenis dari minyak

m_{tot} : adalah massa picnometer yang berisikan campuran minyak

m_{pic} : adalah massa dari *picnometer* kosong

m_{air} : adalah hasil dari total massa air – *picnometer* kosong

ρ_{air} : adalah massa jenis dari air

Densitas menyebabkan cairan mempertahankan akselerasi. Densitas serupa dengan sifat-sifat baik tegangan permukaan dan viskositas, lebih tinggi cenderung menghasilkan ukuran droplet yang rata-rata lebih besar. Pada proses pembuatan butiran cairan di dalam fase gas, dalam hal ini densitas gas jauh lebih kecil dari densitas cairan. Sehingga mekanisme formasi butiran jauh berbeda untuk perbedaan densitas yang rendah, terutama pada kecepatan tinggi. Pengabutan banyak digunakan untuk keperluan-keperluan pengabutan bahan bakar, pembuatan produk berbentuk *granular* (bongkahan), operasi perpindahan massa, dan pelapisan permukaan (pengecatan, dan lain-lain) (Nugroho, 2008).

2.5 Viskositas

Viskositas merupakan suatu cara untuk menyatakan berapa daya tahan dari aliran yang diberikan terhadap suatu cairan. Kebanyakan dari viscometer digunakan untuk mengukur kecepatan suatu cairan yang

mengalir melalui pipa gelas (gelas kapiler). Definisi lain dari viskositas ialah ukuran yang menyatakan kekentalan dari suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan agar mengalir. Viskositas cairan tersebut akan menimbulkan gesekan antar bagian atau lapisan cairan yang bergerak dengan benda lainnya. Hambatan atau gesekan yang terjadi merupakan hasil dari gaya kohesi dalam zat cair (Yazid, 2005).

Viskositas juga dapat diukur dengan cara mengukur laju cairan yang melalui tabung berbentuk silinder. Nilai dari viscositas juga dapat menentukan kecepatan mengalirnya cairan. Dalam zat cair, viskositas dapat dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. Sedangkan pada gas, viskositas tersebut timbul sebagai akibat dari tumbukan antara molekul gas. Viskositas zat cair itu dapat ditentukan secara kuantitatif yaitu dengan besaran yang disebut koefisien viskositas.

2.6 Droplet

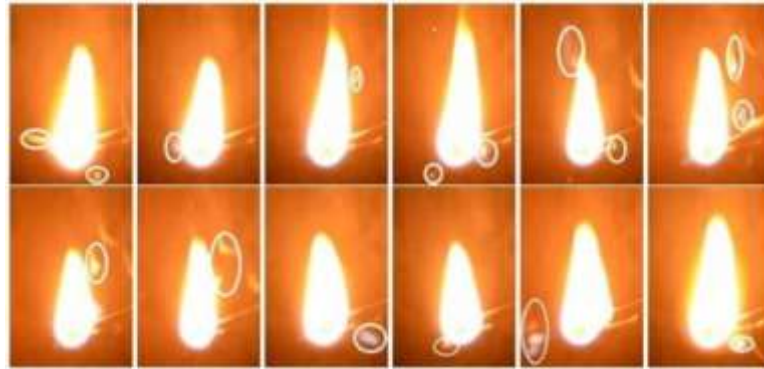
Kata droplet jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia berarti tetesan. Droplet merupakan kolom kecil cairan yang terikat seluruhnya oleh permukaan bebas yang dapat terbentuk dari beberapa proses, contoh kondensasi, cairan yang keluar dari lubang kecil seperti jarum secara perlahan, atau cairan yang keluar dari *sprayer*. Penumpukan dan ikatan kolom cairan tersebut terjadi akibat sifat kohesi yang dimiliki oleh cairan tersebut. Droplet dapat dihasilkan dengan mengalirkan cairan secara perlahan dari tabung berdiameter kecil (contoh jarum) seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Pada ujung luar jarum, cairan akan membentuk pendant drop karena tegangan permukaan cairan dan sifat kohesi dari cairan tersebut.

Ketika ukuran droplet mencapai ukuran tertentu, droplet menjadi tidak stabil dan akan lepas dari tabung tersebut. Droplet yang jatuh bebas akan memiliki bentuk seperti bola karena tegangan permukaan dari cairan tersebut. Aplikasi-aplikasi dari droplet yang cukup luas menyebabkan studi

tentang droplet yang semakin mendalam menjadi hal yang menarik untuk dilakukan. Banyak peneliti telah melakukan penelitian tentang droplet. Fenomena droplet yang terjadi ketika droplet menumbuk benda padat yang dipanaskan merupakan bahasan yang paling sering ditemukan oleh penulis. Fenomena- fenomena yang terjadi berdasarkan penelitian sebelumnya meliputi droplet yang menyebar (*spreading*), pecah berhamburan (*splash*), dan melambung kembali (*recoil*) (Chandra et al, 1991).

Spray cooling merupakan contoh teknologi yang memanfaatkan ilmu tentang droplet. *Spray cooling* digunakan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Pautch dan Shedd, 2005), yaitu efektifitas *spray cooling* terbukti mampu meningkatkan laju perpindahan kalor pada *multi-chip module* (MCM) dengan variasi jumlah nozzle, dan (Horacek et al, 2005) telah membuktikan pula efektifitas *spray cooling* yang meningkatkan laju perpindahan kalor. Berbeda dengan (Pautch dan Shedd, 2005), penelitian yang dilakukan (Horacek et al, 2005) menggunakan nozzle tunggal untuk mendinginkan *multi-array heater*. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, laju perpindahan kalor antara fluida dengan benda padat tidak hanya dipengaruhi oleh sifat fluida tersebut tetapi dipengaruhi pula cara atau metode fluida tersebut menyentuh atau bertumbukan dengan benda padat tersebut. Material yang dipanaskan yang bertumbukan dengan droplet pada permukaan material memiliki sifat-sifat yang mempengaruhi laju perpindahan panas yang terjadi antara droplet dengan material padat tersebut. Salah satu sifat tersebut adalah konduktivitas termal. Konduktivitas termal merupakan salah satu sifat dari suatu material yang menunjukkan kemampuan material tersebut untuk menghantarkan kalor secara konduksi atau besarnya laju perpindahan panas dikalikan dengan tebal dari material per satuan luas permukaan perbedaan temperatur. Ada berbagai faktor yang mempengaruhi ukuran dari butiran (droplet). Diantara faktor-faktor tersebut adalah sifat-sifat cairan, seperti tegangan permukaan, viskositas, dan kerapatan. Fenomena *Micro-Explosion* terjadi karena adanya evaporasi pemanasan bahan bakar yang

terpecah menjadi 2 komponen asam lemak dan *glycerol*. Oleh karena densitas dan viskositas asam lemak lebih rendah dari *glycerol* dan terbakar lebih dahulu. Fenomena *micro-explosion* dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2. 6 Fenomena *Micro-Explosion* Droplet

Sumber : <https://media.neliti.com/media/publications/129595-ID-pengaruh-persentase-biodiesel-minyak-nya.pdf>

2.6.1 Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan cenderung untuk menstabilkan cairan, mencegah cairan menjadi butiran-butiran yang lebih kecil. Cairan dengan ketegangan permukaan yang lebih tinggi cenderung memiliki ukuran rata-rata tetesan yang lebih besar pada atomisasi. Besarnya tegangan permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis cairan, tekanan dan tekanan. Jika cairan memiliki molekul besar seperti air, maka tegangan permukaannya juga besar. salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya tegangan permukaan adalah massa jenis/ densitas, semakin besar densitas berarti semakin rapat muatan – muatan atau partikel- partikel dari cairan tersebut. Kerapatan partikel ini menyebabkan makin besarnya gaya yang diperlukan untuk memecahkan permukaan cairan tersebut. Hal ini karena partikel yang rapat mempunyai gaya tarik menarik antar partikel yang kuat. Sebaliknya cairan yang mempunyai densitas kecil akan mempunyai tegangan permukaan yang kecil pula.

2.7 Pertamina

Pertamax adalah bahan bakar minyak andalan Pertamina. Pertamina, seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Pertamina dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamina pertama kali diluncurkan pada tanggal 10 Desember 1999 sebagai pengganti Premix 1994 dan Super TT 1998 karena unsur MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, Pertamina memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Pertamina direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi 10:1-11:1, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI) dan *catalytic converters* (pengubah katalitik). Dengan *ecosave technology*, Pertamina mampu membersihkan bagian dalam mesin (*detergency*), Pertamina juga dilengkapi dengan pelindung anti karat pada dinding tangki kendaraan, saluran bahan bakar dan ruang bakar mesin (*corroton inhibitor*), serta mampu menjaga kemurnian bahan bakar dari campuran air sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna (*demulsifier*).



Gambar 2. 7 Pertamina

Sumber : <https://www.wahanahonda.com/blog>

Dari sisi oktan, Pertamina memiliki RON (*Research Octane Number*) 92. Hal ini menunjukkan besar tekanan yang bisa diberikan sebelum pembakaran bensin secara spontan. Semakin tinggi nilai oktan suatu bahan

bakar, maka BBM akan lebih lama untuk terbakar. Selain itu, kendaraan yang memiliki kompresi tinggi lebih cocok menggunakan bahan bakar beroktan tinggi.

2.7.1 Keunggulan Pertamax

- A. Bebas timbal.
- B. Oktan atau *Research Octane Number* (RON) yang lebih tinggi dari Premium, dan Peralite.
- C. Karena memiliki oktan tinggi, maka Pertamax bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi, sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan Pertamax lebih maksimal, karena BBM digunakan secara optimal. Sedangkan pada mesin yang menggunakan Premium, BBM terbakar dan meledak, tidak sesuai dengan gerakan piston. Gejala inilah yang dikenal dengan *knocking* atau mesin ngelitik.

2.8 Pertamina Dex

Pertamina Dex merupakan bahan bakar jenis diesel dengan angka setana 53 serta kandungan sulfur kurang dari 300 ppm sesuai standar internasional EURO 3 & WWFC Cat. Pertamina Dex diluncurkan pada tanggal 12 Agustus 2005. Bahan bakar ini sangat direkomendasikan untuk pemakaian pada kendaraan bermesin diesel, terutama yang telah menerapkan berteknologi *Common Rail System*. Secara kualitas BBM Diesel ini lebih unggul, karena Pertamina Dex memiliki *Cetane Number* (CN) yang lebih besar. Pertamina Dex memiliki kandungan CN sebesar 53. “Karena itu, Pertamina Dex lebih bagus untuk mobil diesel. Dengan memakai Pertamina Dex dan Dexlite, mesin menjadi bertenaga dan jauh lebih efisien. Berbeda dengan RON yang menunjukkan kualitas BBM berjenis bensin, BBM untuk mesin diesel memiliki cara pengukuran berbeda. Ukuran pada BBM diesel adalah *Cetane Number* (CN) atau Angka Setana. Angka Setana bukan

menunjukkan kualitas BBM seperti pada ukuran RON, namun menunjukkan tingkat kepekaannya terhadap detonasi atau ledakan. Bahan bakar dengan bilangan Setana yang tinggi akan mudah berdetonasi pada motor diesel. Secara sederhana, CN merupakan angka jumlah C16 di dalam bahan bakar solar. Bahan bakar diesel sendiri terdiri dari C14 hingga C21. Semakin banyak kandungan C16, maka bahan bakar diesel akan semakin mudah terbakar sehingga pembakaran yang terjadi lebih sempurna dan efisien. Pada ukuran RON, angka RON menunjukkan kualitas bahan bakar tersebut. Namun pada ukuran CN, angka yang tertera menunjukkan kualitas penyalan bahan bakar diesel atau ukuran untuk menyatakan keterlambatan pengapian dari bahan bakar itu sendiri.



Gambar 2. 8 Pertamina dex

Sumber : <https://www.pelitabanten.com/13560/2017/08/16>

Bahan bakar diesel yang sering disebut solar (*light oil*) merupakan suatu campuran hidrokarbon yang didapat dari penyulingan minyak mentah pada temperatur 2000C-3400C. Bahan bakar yang sebaiknya digunakan dalam motor diesel adalah jenis bahan bakar yang dapat segera terbakar (sendiri) yaitu yang dapat memberikan periode persyaratan pembakaran rendah. Bahan bakar motor diesel juga mempunyai sifat-sifat yang mempengaruhi prestasi. Sifat-sifat bahan bakar diesel yang mempengaruhi prestasi dari motor diesel antara lain adalah penguapan (*volality*), residu

karbon, viskositas, belerang, abu dan endapan, titik nyala, titik tuang, sifat korosi, mutu nyala dan cetane number.

A. Penguapan (*Volality*).

Penguapan dari bahan bakar diesel diukur dengan 90% suhu penyulingan. Ini adalah suhu dengan 90% dari contoh minyak yang telah disuling, semakin rendah suhu ini maka semakin tinggi penguapannya.

B. Residu karbon.

Residu karbon adalah karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis. Bahan yang diuapkan dari minyak, diperbolehkan residu karbon maksimum 0,10%.

C. Viskositas.

Viskositas minyak dinyatakan oleh jumlah detik yang digunakan oleh volume tertentu dari minyak untuk mengalir melalui lubang dengan diameter kecil tertentu, semakin rendah jumlah detiknya berarti semakin rendah viskositasnya.

D. Belerang.

Belerang dalam bahan bakar terbakar bersama minyak dan menghasilkan gas yang sangat korosif yang diembunkan oleh dinding - dinding silinder, terutama ketika mesin beroperasi dengan beban ringan dan suhu silinder menurun. Kandungan belerang dalam bahan bakar tidak boleh melebihi 0,5 %-1,5%.

E. Abu dan endapan.

Abu dan endapan dalam bahan bakar adalah sumber dari bahan mengeras yang mengakibatkan keausan mesin. Kandungan abu maksimal yang diijinkan adalah 0,01% dan endapan 0,05%.

F. Titik nyala.

Titik nyala merupakan suhu yang paling rendah yang harus dicapai dalam pemanasan minyak untuk menimbulkan uap terbakar sesaat ketika

disinggungkan dengan suatu nyala api. Titik nyala minimum untuk bahan bakar diesel adalah 150°F.

G. Titik Tuang.

Titik tuang adalah suhu minyak mulai membeku/berhenti mengalir. Titik tuang maksimum untuk bahan bakar diesel adalah 0°F.

H. Sifat korosif.

Bahan bakar minyak tidak boleh mengandung bahan yang bersifat korosif dan tidak boleh mengandung asam basa.

I. Mutu penyalan.

Nama ini menyatakan kemampuan bahan bakar untuk menyala ketika diinjeksikan ke dalam pengisian udara tekan dalam silinder mesin diesel. Suatu bahan bakar dengan mutu penyalan yang baik akan siap menyala, dengan sedikit keterlambatan penyalan. Bahan bakar dengan mutu penyalan yang buruk akan menyala dengan sangat terlambat. Mutu penyalan adalah salah satu sifat yang paling penting dari bahan bakar diesel untuk dipergunakan dalam mesin kecepatan tinggi. Mutu penyalan bahan bakar tidak hanya menentukan mudahnya penyalan dan penstarteran ketika mesin dalam keadaan dingin tetapi juga jenis pembakaran yang diperoleh dari bahan bakar. Bahan bakar dengan mutu penyalan yang baik akan memberikan mutu operasi mesin yang lebih halus, tidak bising, terutama akan menonjol pada beban ringan.

J. Bilangan Cetana (*Cetane Number*).

Mutu penyalan yang diukur dengan indeks yang disebut Cetana. Mesin diesel memerlukan Bilangan *cetana* sekitar 50. Bilangan cetana bahan bakar adalah persen volume dari *cetana* dalam campuran *cetana* dan *alpha-metyl naphthalene* mempunyai mutu penyalan yang sama dan bahan bakar yang diuji. *Cetana* mempunyai mutu penyalan yang sangat baik dan *alpha-metyl naphthalene* mempunyai mutu penyalan yang

buruk. Bilangan cetana 48 berarti bahan bakar cetana dengan campuran

2.1 Bahan – Bahan

2.9 Campuran Bahan Bakar

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Minyak Kelapa (CCO), Minyak Cengkeh (CO), Pertamax, dan Pertamina Dex. Minyak kelapa ini dicampur dengan 10%, 20%, 30%, 40%, 50% minyak cengkeh, minyak kelapa dicampur dengan 10%, 20%, 30%, 40%, 50% pertamax, dan minyak kelapa dicampur dengan 10%, 20%, 30%, 40%, 50% pertamina dex.

| Karakteristik | Minyak Kelapa | Minyak Cengkeh | Pertamax | Pertamina Dex |
|---------------------------------|--|---|--|--|
| Densitas (g/m ³) | 0.915 Sumber : Adhes Gamayel et al 2020 | 1034.1 Sumber : Adhes Gamayel et al 2020 | 0.820 Sumber : Pertamina 2007 | 0.715 Sumber : Pertamina 2007 |

Tabel Sifat dasar bahan bakar minyak kelapa dan campurannya

Massa jenis memberikan indikasi penundaan pengapian dan energi spesifik bahan bakar. Densitas CCO, dan CO lebih tinggi dari pertamax dan pertamina dex bisa dilihat Tabel 2.1. dalam hal ini membutuhkan modifikasi dalam sistem bahan bakar ketika dirancang untuk bekerja dengan bahan bakar yang lebih ringan. Berdasarkan Tabel 2.1, CO memiliki kepadatan yang lebih tinggi dari pada CCO. Massa jenis sangat bergantung pada berat molekul dan strukturnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Bahan utama pembuatan campuran minyak ini terdiri dari minyak kelapa dan minyak cengkeh. Mekanisme pembuatan minyak kelapa dengan campuran pertamina dex, minyak kelapa dengan pertamax, serta minyak kelapa dengan minyak cengkeh dilakukan dengan metode percobaan secara nyata (*true experimental research*). Pada penelitian ini dilakukan pencampuran minyak kelapa dan pertamina dex, minyak kelapa dan pertamax serta minyak kelapa dan minyak cengkeh dengan variable yang berbeda, minyak kelapa dengan campuran pertamina dex, minyak kelapa dengan pertamax, dan minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh kemudian dilakukan pembakaran droplet serta diamati pengaruh pembakarannya.

3.2 Variabel Yang Diamati

Didalam penelitian dan pengujian ini variabel yang digunakan adalah:

1. Variabel bebas (*independent Variable*) adalah variabel yang besarnya ditentukan dan nilai variabel tersebut tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Adapun variabel bebas yang ada dalam penelitian dan pengujian ini adalah:
 - A. Komposisi campuran minyak kelapa dan pertamina dex 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
 - B. Komposisi campuran minyak kelapa dan pertamax 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
 - C. Komposisi campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
2. Variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang nialainya tergantung dari variabel bebas, dimana variabel ini diketahui setelah

3. penelitian dan pengujian ini dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah:
- A. Suhu
 - B. Tinggi api
 - C. Lebar api
 - D. Lama waktu nyala api (*life time*)

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Bahan

- A. Minyak Kelapa (*Coconut Oil*)
Minyak kelapa adalah sebagai bahan baku utama.
- B. Pertamina
Sebagai bahan untuk campuran minyak kelapa sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
- C. Pertamina Dex
Sebagai bahan untuk campuran minyak kelapa sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
- D. Minyak Cengkeh
Sebagai bahan untuk campuran minyak kelapa sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.

3.3.2 Peralatan

- A. Gelas Bekker
Sebagai tempat untuk minyak kelapa, bio solar, dan pertamax.
- B. Gelas Ukur
Digunakan untuk mengukur volume cairan yang digunakan. Ukuran yang digunakan adalah 100ml dan untuk mencampurkan bahan minyak kelapa dengan bio solar, dan minyak kelapa dengan bio solar.
- C. Timbangan Gram
Untuk menimbang berat tabung *density* yang belum diisi minyak kelapa dan sesudah diisi minyak kelapa, untuk menimbang massa

dari tabung density yang belum diisi minyak kelapa dan sesudah diisi minyak kelapa.

D. Tabung *Density*

Untuk mengetahui massa dari minyak kelapa untuk dilakukan perhitungan.

E. Micropipet

Untuk mengambil cairan yang jumlahnya berlebih, agar dalam pencampurannya sesuai dengan takaran. Apabila takaran cairan yang digunakan belum sesuai dengan ukuran maka dilakukan pencampuran ulang untuk menyesuaikan dengan ukuran,

F. Travo

Sebagai sumber listrik untuk *heater* berkapasitas 10A dengan voltase maksial 32V.

G. *Heater*

Digunakan untuk alat pembakar *droplet* dengan kawat nikkin berdiameter 0,7mm dengan 12 gulungan.

H. Termokopel

Untuk sensor suhu panas pembakaran *droplet* ke data *logger*.

I. Kamera

Digunakan untuk pengambilan data gambar dan video proses pengapian pada pengujian.

J. Laptop

Digunakan untuk mengolah data dari *data logger* maupun data gambar yang didapatkan.

K. Data *Logger*

Digunakan untuk menyimpan data suhu panas yang dihantarkan oleh termokopel yang disambungkan pada laptop.

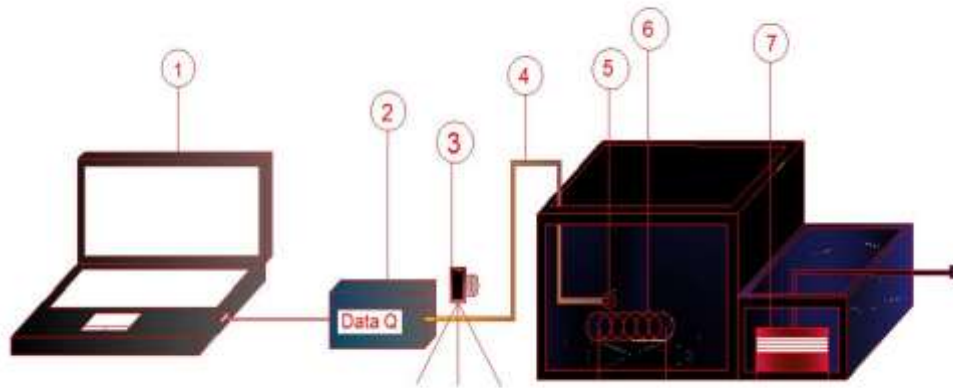
L. Lampu *LED*

Untuk pencahayaan saat merekam video pembakaran.

M. Kabel *NYM*

Sebagai media penyalur listrik dari trafo ke *heater*.

3.4 Instalasi Alat Percobaan dan Bagian – Bagian



Gambar 3. 1 Instalasi Percobaan

Keterangan Gambar :

1. Laptop
2. Data *Logger*
3. Kamera
4. Termokopel
5. Droplet
6. *Heater* (Pemanas)
7. Trafo

3.5 Langkah Percobaan

Pertama – tama siapkan tabung *density* dan timbangan gram untuk mengetahui massa dari tabung *density* yang kosong dan setelah terisi minyak kelapa dan kita catat untuk proses perhitungan. Minyak kelapa, bio solar, pertamax dan minyak cengkeh yang sudah dibeli dituangkan kegelas bekker. Siapkan gelas ukur dan tuangkan minyak kelapa yang ada digelas bekker kegelas ukur dengan ukuran 4.5ml. ambil micropipette untuk mengambil bio solar sebagai bahan campuran minyak kelapa sebanyak 0.5ml, begitu pula dengan campuran pertamax dan minyak cengkeh. Pencampuran bahan riset

dalam penelitian ini menggunakan metode manual, dimana dilakukan pengadukan selama 1 menit ditiap campuran minyak kelapa dengan bio solar, minyak kelapa dengan pertamax, minyak kelapa dengan minyak cengkeh sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Sebelum melakukan pencampuran selanjutnya cuci dahulu gelas ukur bekas campuran yang pertama supaya campuran keduanya steril tidak tercampur dengan campuran yang sebelumnya.

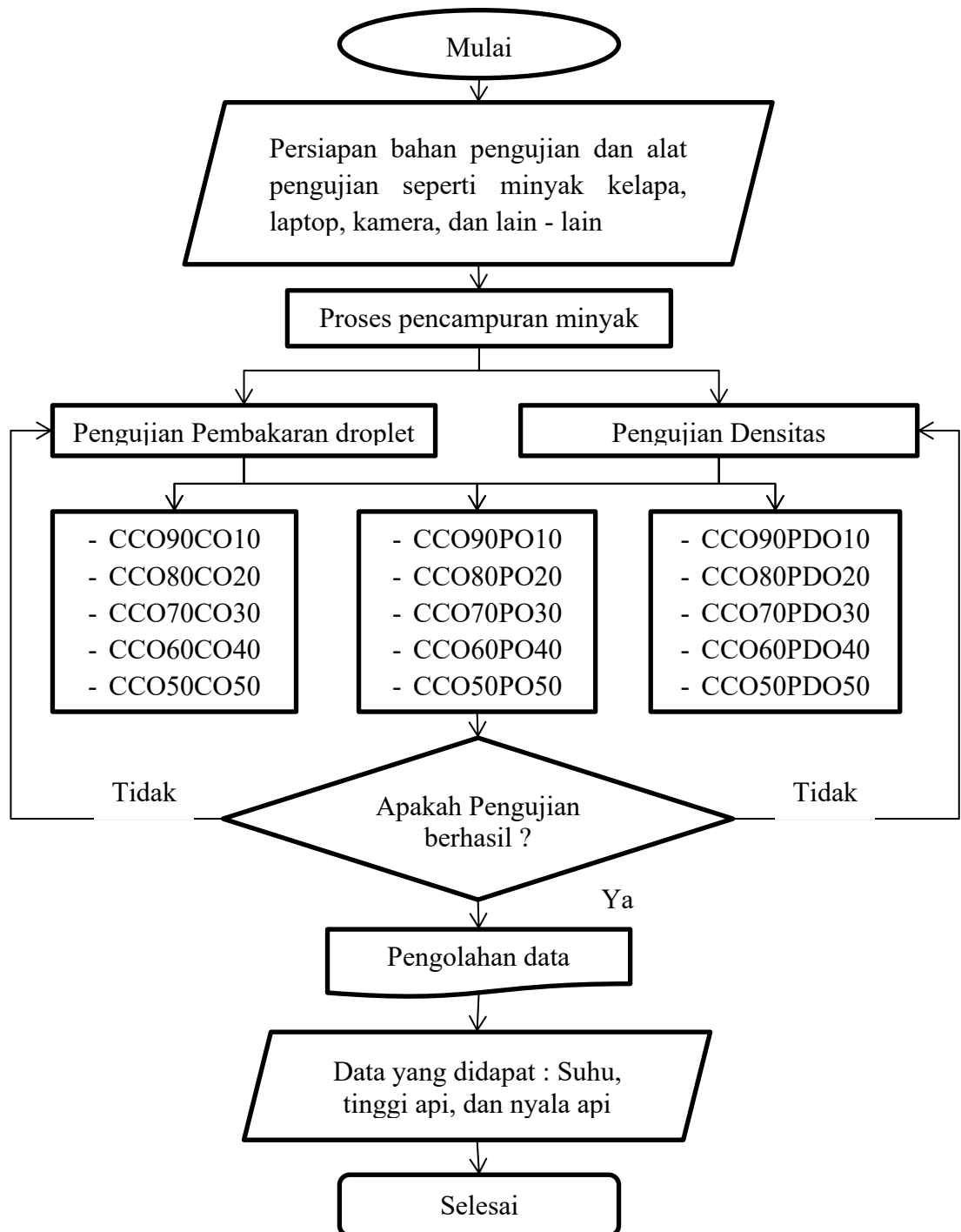
Setelah proses pencampurannya selesai kemudian campuran minyak tersebut ditempatkan kewadah kecil dan diberi nama. Proses selanjutnya alat – alat pengujian seperti laptop, data *logger*, termokopel, dan sebagainya kita siapkan untuk pengambilan data. Skema penelitian ditunjukkan pada gambar 3.1. Droplet pembakaran minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh, pertamax, dan pertamina dex dipasangkan pada persimpangan termokopel, droplet dinyalakan menggunakan *heater* dengan aliran listrik yang dialirkan oleh trafo 32V. Pengambilan data temperatur diperoleh dari signal termokopel yang sudah terhubung dengan data *logger*. Sedangkan data *life time* diambil menggunakan kamera untuk perekaman perubahan pengapian.

Untuk mempermudah pengolahan data penelitian maka persentase campuran minyak kelapa dan campurannya diberikan singkatan, yaitu :

| Singkatan | Deskripsi |
|------------|--|
| CCO90CO10 | Minyak Kelapa 90% dan Minyak Cengkeh 10% |
| CCO80CO20 | Minyak Kelapa 80% dan Minyak Cengkeh 20% |
| CCO70CO30 | Minyak Kelapa 70% dan Minyak Cengkeh 30% |
| CCO60CO40 | Minyak Kelapa 60% dan Minyak Cengkeh 40% |
| CCO50CO50 | Minyak Kelapa 50% dan Minyak Cengkeh 50% |
| | |
| CCO90PO10 | Minyak Kelapa 90% dan Pertamina 10% |
| CCO80PO20 | Minyak Kelapa 80% dan Pertamina 20% |
| CCO70PO30 | Minyak Kelapa 70% dan Pertamina 30% |
| CCO60PO40 | Minyak Kelapa 60% dan Pertamina 40% |
| CCO50PO50 | Minyak Kelapa 50% dan Pertamina 50% |
| | |
| CCO90PDO10 | Minyak Kelapa 90% dan Pertamina Dex 10% |
| CCO80PDO20 | Minyak Kelapa 80% dan Pertamina Dex 20% |
| CCO70PDO30 | Minyak Kelapa 70% dan Pertamina Dex 30% |
| CCO60PDO40 | Minyak Kelapa 60% dan Pertamina Dex 40% |
| CCO50PDO50 | Minyak Kelapa 50% dan Pertamina Dex 50% |

Tabel Penyerdehanaan penyebutan minyak kelapa dan campurannya

3.6 Diagram Alir



Gambar 3. 2 Diagram alir skema penelitian.

BAB IV

PEMBAHASAN

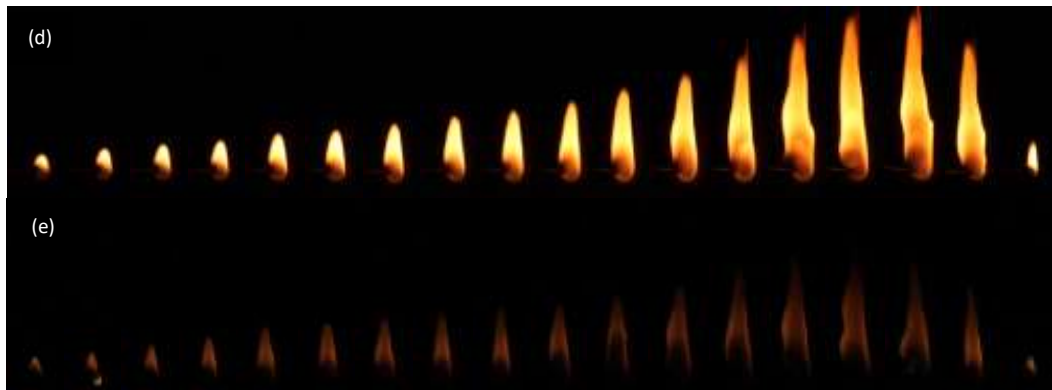
4.1 Perubahan Karakteristik Bentuk Api

Dari penelitian yang dilaksanakan didapatkan hasil perubahan karakteristik api dari pengujian pembakaran *droplet* minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh, minyak kelapa dengan campuran pertamax, dan minyak kelapa dengan campuran pertamina dex dengan komposisi yang telah ditentukan dan dari masing – masing campuran tersebut menghasilkan tinggi api, lebar api, dan nyala api yang berbeda- beda.

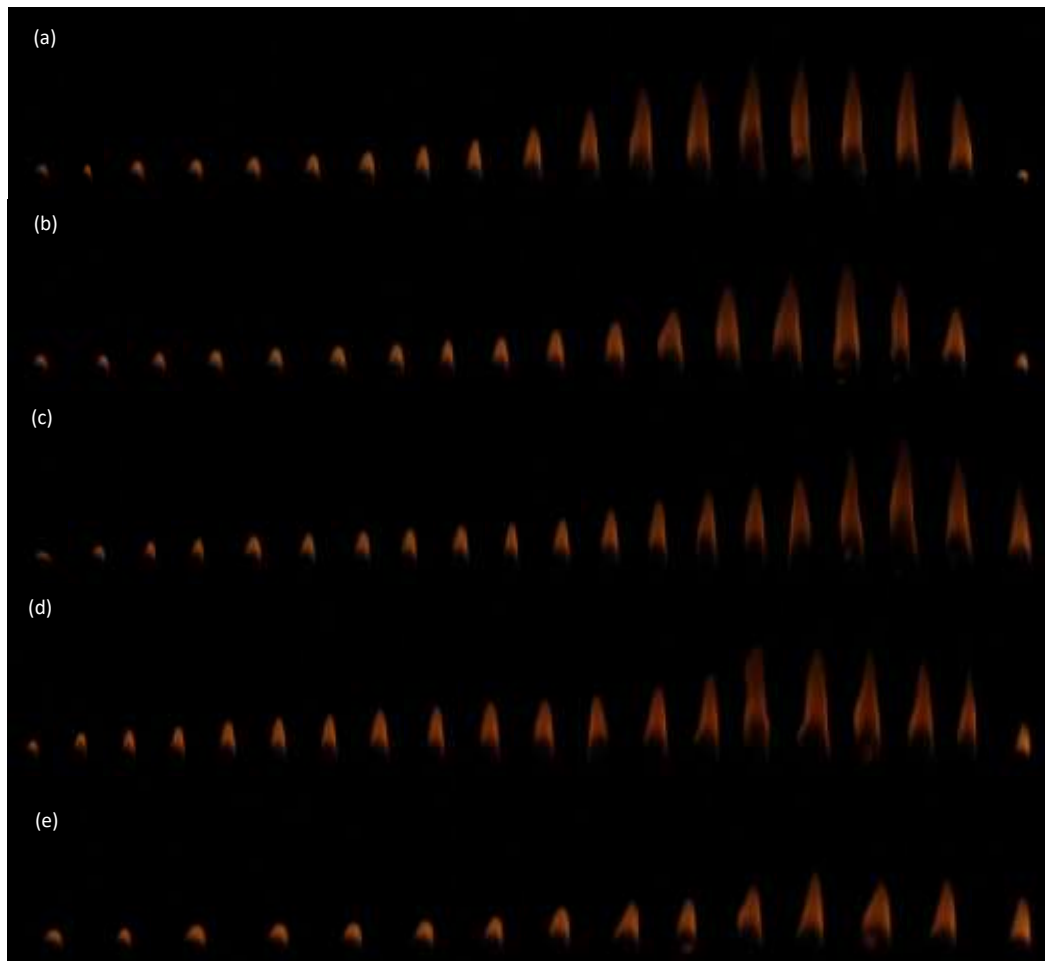
4.1.1 Karakteristik Nyala Api Minyak Kelapa Dan Campurannya.

Hasil yang didapat dari penelitian yang dilaksanakan seperti perubahan karakteristik api dari pembakaran *droplet* pada setiap persentase campuran minyak kelapa dengan minyak cengkeh, minyak kelapa dengan pertamax dan minyak kelapa dengan pertamina dex dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

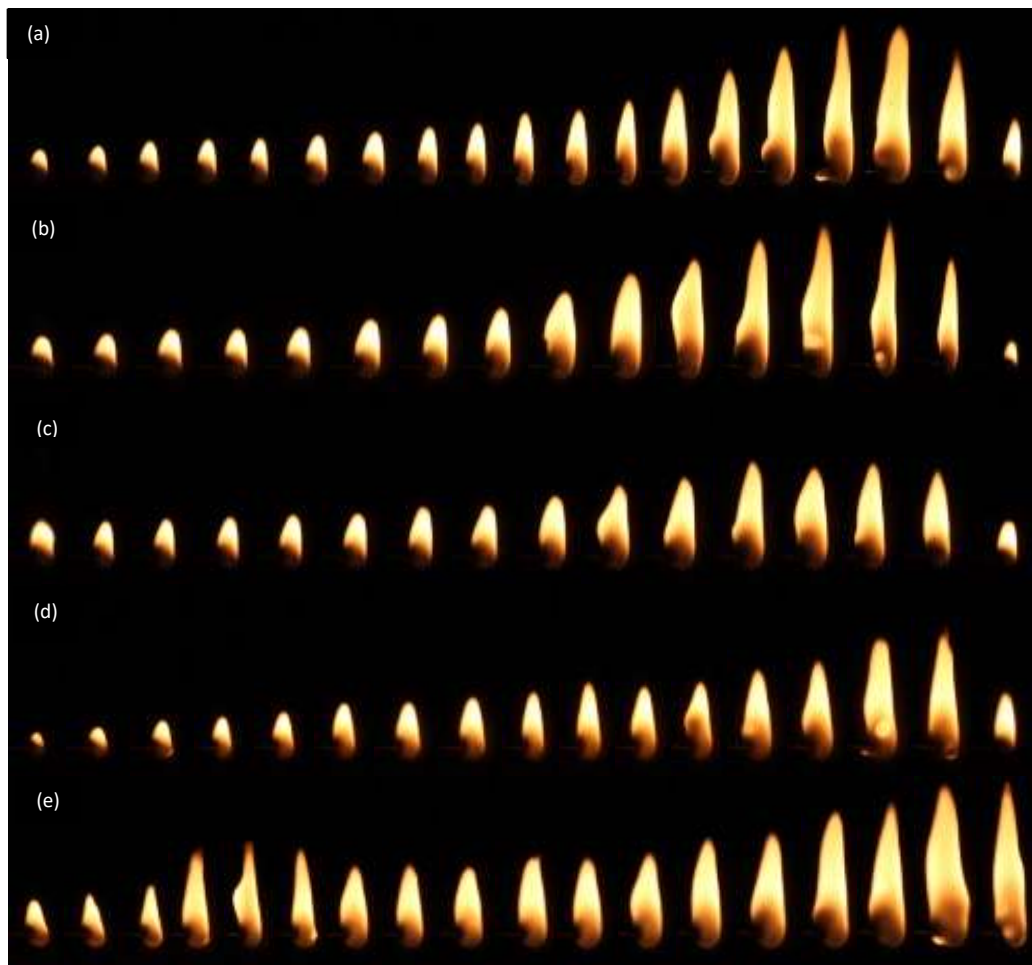




Gambar 4. 1 Urutan nyala api pembakaran *droplet* (a) CCO90CO10, (b) CCO80CO20, (c) CCO70CO30, (d) CCO60CO40, (e) CCO50CO50.



Gambar 4. 2 Urutan nyala api pembakaran *droplet* (a) CCO90PO10, (b) CCO80PO20, (c) CCO70PO30, (d) CCO60PO40, (e) CCO50PO50.

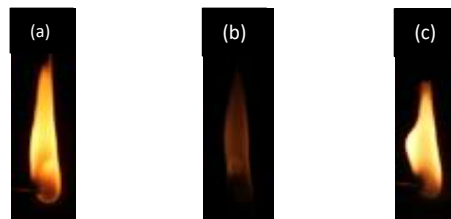


Gambar 4. 3 Urutan nyala api pembakaran *droplet* (a) CCO90PDO10, (b) CCO80PDO20, (c) CCO70PDO30, (d) CCO60PDO40, (e) CCO50PDO50.

Perubahan nyala api campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh pada setiap persentase campuran yang berbeda - beda, menghasilkan waktu pembakaran *droplet* yang tidak sama. Perbedaan tersebut terjadi karna nyala dari awal api, ledakan mikro, sampai nyala api yang padam. Pada gambar 4.1 (a), (b), (c), (d), (e) untuk bentuk nyala api pada setiap campuran, bentuk api yang dihasilkan terlihat tidak stabil. Bentuk nyala api yang lebih stabil terjadi pada gambar 4.1 (d), awal api dimulai pada 05.14 detik lalu diikuti geometri tonjolan pada 06.05 detik dan menjadi sebuah lonjakan nyala api. Perubahan bentuk nyala api campuran minyak kelapa dan pertamax pada setiap

persentase campuran juga berbeda - beda, menghasilkan waktu pembakaran *droplet* yang tidak sama. Pada gambar (a), (b), (c), (d), (e) untuk bentuk nyala api pada setiap campuran, bentuk api yang dihasilkan terlihat stabil, dan menghasilkan sebuah tojolan yang muncul dan dalam waktu yang singkat menjadi sebuah lonjakan. Pada gambar 4.2 (a) pembakaran lebih teratur dan awal nyala api terjadi pada 04.21 lalu diikuti dengan geometri tonjolan pada 05.18 detik.

Perubahan nyala api campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex pada setiap persentase campuran berbeda - beda, terlihat dari perubahan diameter *droplet* bahan bakar pada setiap persentase campuran. Pada gambar 4.3 (a), (b), (c), (e) untuk bentuk nyala api pada setiap campuran, bentuk api yang dihasilkan terlihat mengalami naik dan turun, meskipun terjadi sebuah tojolan yang muncul dalam waktu yang lebih cepat dan menjadikan sebuah lonjakan yang membuat bentuk api jadi tidak stabil serta terjadi kenaikan dan penurunan pada awal – awal pembakaran.



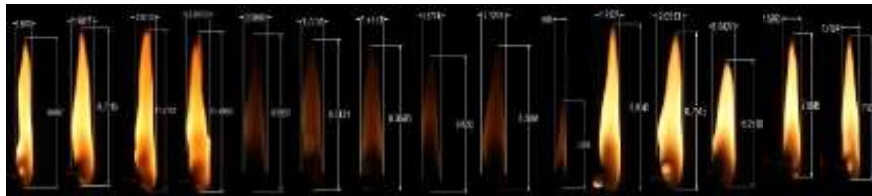
Gambar 4. 4 Fenomena *micro explosion* (a) CCO60CO40, (b) CCO90PO10, (c) CCO50PDO50.

Micro explosion menyebabkan terjadinya atomisasi sekunder suatu bahan bakar dan menyebabkan pembakaran menjadi semakin cepat (Dewi, 2012). *Micro explosion* merupakan suatu fenomena yang terjadi pada pembakaran *droplet* bahan bakar cair. Dengan adanya *micro explosion* dalam suatu pembakaran, akan membuat terjadinya pembakaran yang sempurna. Hal ini dikarenakan pecahnya bahan bakar ketika terjadi pembakaran menjadi partikel - partikel kecil yang

membuat penguapan suatu bahan bakar akan menjadi lebih cepat, sehingga terjadinya interaksi/pencampuran antara bahan bakar dan udara (oksigen) semakin cepat, dan pembakaran akan terjadi semakin cepat.

4.2 Tinggi dan Lebar Api

Dari data yang didapat selanjutnya dilakukan pengukuran api untuk mengetahui panjang dan lebar api pembakaran *droplet* dari setiap campuran minyak. Hasil pengukuran bisa dilihat gambar dan table dibawah ini :

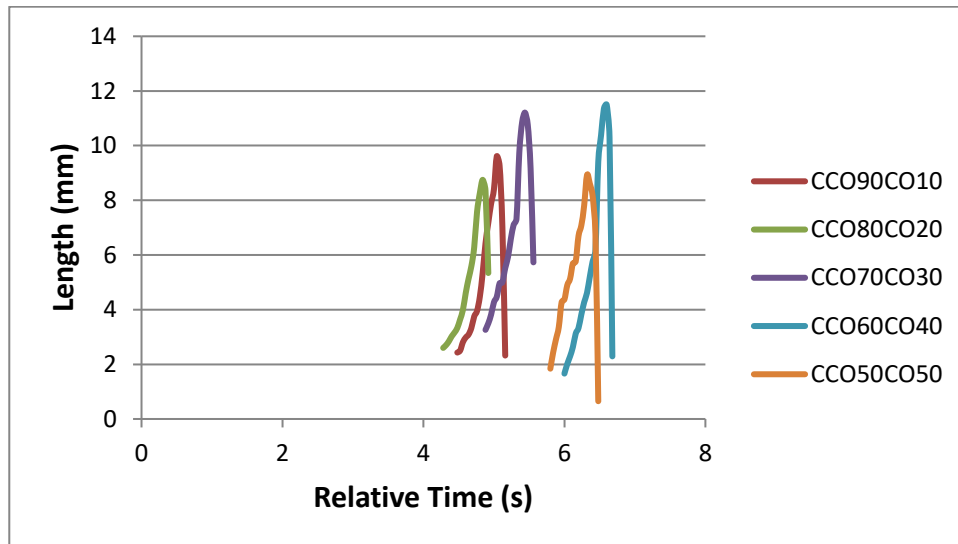


Gambar 4. 5 Tinggi dan lebar api dari campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dan pertamax, serta campuran minyak kelapa dan pertamina dex.

| No. | Komposisi | Tinggi Api (mm) | Lebar Api (mm) |
|-----|------------|-----------------|----------------|
| 1 | CCO90CO10 | 9.61 | 1.08 |
| 2 | CCO80CO20 | 8.75 | 1.98 |
| 3 | CCO70CO30 | 11.21 | 2.05 |
| 4 | CCO60CO40 | 11.49 | 2.05 |
| 5 | CCO50CO50 | 8.92 | 2.08 |
| | | | |
| 6 | CCO90PO10 | 8.54 | 1.77 |
| 7 | CCO80PO20 | 8.36 | 1.77 |
| 8 | CCO70PO30 | 9.02 | 1.87 |
| 9 | CCO60PO40 | 8.50 | 2.12 |
| 10 | CCO50PO50 | 5.24 | 1.66 |
| | | | |
| 11 | CCO90PDO10 | 9.06 | 1.91 |
| 12 | CCO80PDO20 | 8.75 | 2.05 |
| 13 | CCO70PDO30 | 6.25 | 1.84 |
| 14 | CCO60PDO40 | 7.08 | 1.59 |
| 15 | CCO50PDO50 | 7.95 | 1.73 |

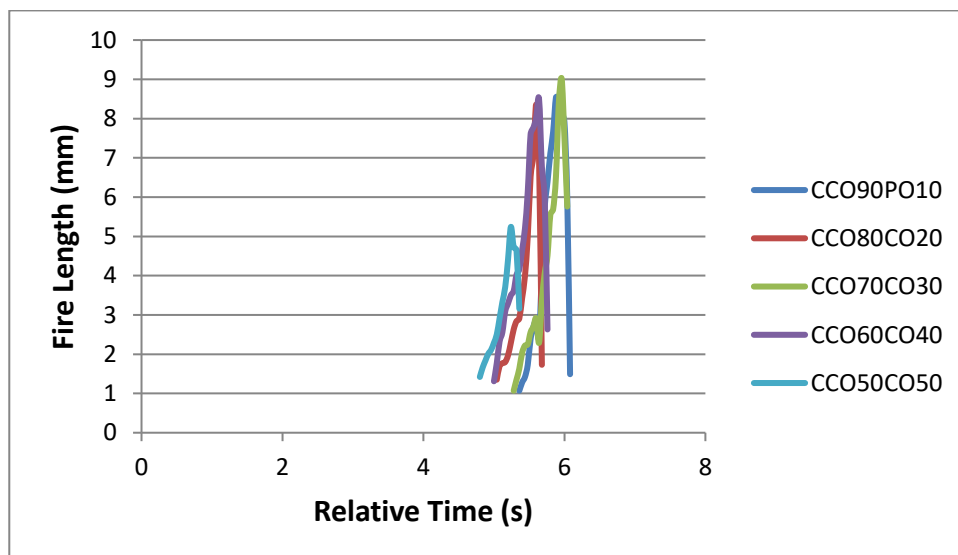
Tabel 4. 1 Tinggi dan lebar api.

4.2.1 Nyala Api Campuran Minyak Kelapa Dengan Minyak Cengkeh.



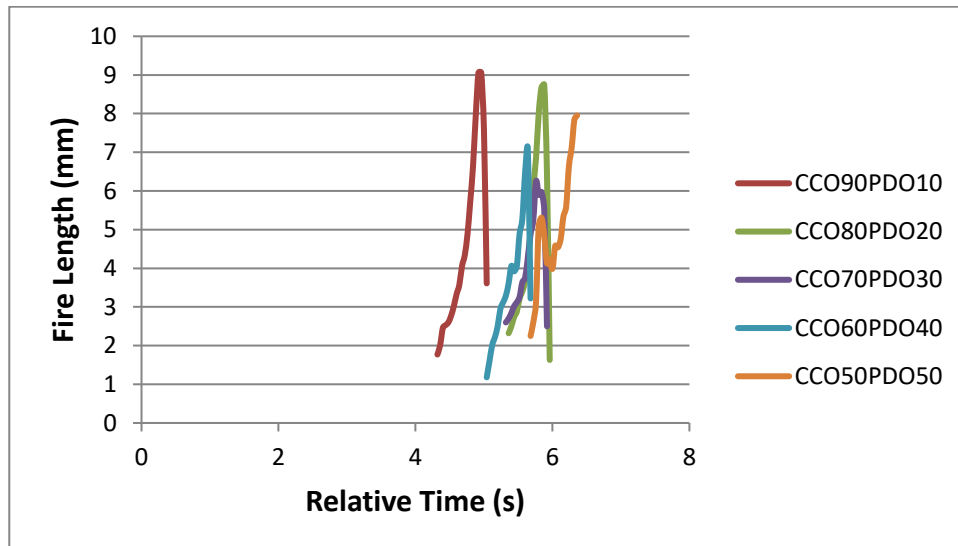
Gambar 4. 6 Grafik tinggi api pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh.

4.2.2 Nyala Api Campuran Minyak Kelapa Dengan Pertamina.



Gambar 4. 7 Grafik tinggi api pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan pertamax.

4.2.3 Nyala Api Campuran Minyak Kelapa Dengan Pertamina Dex.



Gambar 4. 8 Grafik tinggi api pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan Pertamina dex.

4.3 Nyala Api (Life Time)

Campuran dari minyak kelapa dan minyak cengkeh, minyak kelapa dan pertamax, serta minyak kelapa dan Pertamina dex menghasilkan nyala api yang berbeda – beda. Berikut data nyala api yang sudah diuji :

| No | Komposisi | Life Time (s) |
|----|------------|---------------|
| 1 | CCO90CO10 | 0.18 |
| 2 | CCO80CO20 | 0.18 |
| 3 | CCO70CO30 | 0.21 |
| 4 | CCO60CO40 | 0.23 |
| 5 | CCO50CO50 | 1.00 |
| | | |
| 6 | CCO90PO10 | 1.01 |
| 7 | CCO80PO20 | 0.20 |
| 8 | CCO70PO30 | 1.00 |
| 9 | CCO60PO40 | 0.23 |
| 10 | CCO50PO50 | 0.14 |
| | | |
| 11 | CCO90PDO10 | 0.18 |
| 12 | CCO80PDO20 | 0.17 |
| 13 | CCO70PDO30 | 0.16 |
| 14 | CCO60PDO40 | 0.18 |
| 15 | CCO50PDO50 | 0.24 |

Tabel 4. 2 Data lama api menyala.

Dari hasil pengujian penelitian, diketahui bahwa waktu lama menyala api pada setiap percobaan ada yang sama dan kebanyakan tidak sama. Pembakaran minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dengan pertamax, dan campuran minyak kelapa dengan pertamina dex masing – masing memiliki nyala api terpendek dan terlama yaitu untuk campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh waktu terpendek adalah 0,18 detik, untuk campuran minyak kelapa dan pertamax waktu terpendek adalah 0.14 detik, dan untuk campuran minyak kelapa dan pertamina dex waktu terpendek adalah 0.16 detik. Pada campuran minyak kelapa dengan minyak cengkeh menghasilkan nyala api terlama dengan waktu 0,23 detik, lalu untuk campuran minyak kelapa dan pertamax menghasilkan nyala api terlama dengan waktu 1.01 detik, dan untuk campuran minyak kelapa dan pertamina dex menghasilkan nyala api terlama dengan waktu 0.24 detik.

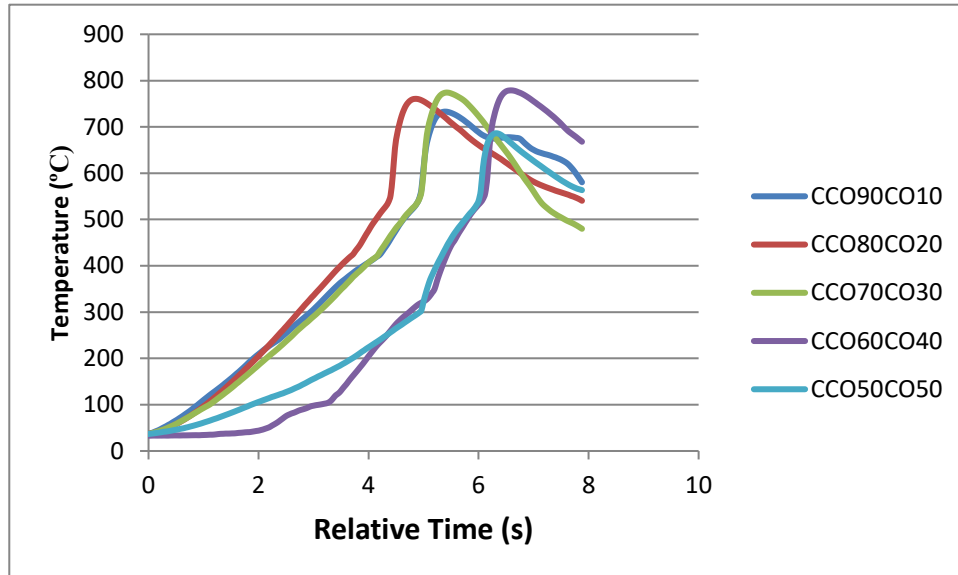
Pada campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh terjadi nyala api terpendek dikarenakan *eugenol* pada minyak cengkeh campurannya tidak

terlalu banyak, sehingga yang lebih berpengaruh adalah kandungan *eugenol* pada minyak kelapa. Sedangkan untuk nyala api terlalu lama dikarenakan dari campuran yang seimbang hal ini dikarenakan kandungan *eugenol* yang memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar. Oksigen yang terikat dalam kandungan minyak kelapa dan minyak cengkeh membantu dalam proses memperpanjang pembakaran. Pada data tabel 4.2 menunjukkan secara umum bahwa dengan semakin banyak campuran minyak cengkeh membuat proses pembakaran lebih lama. Pada campuran minyak kelapa dan pertamax pada setiap campurannya terjadi ketidakstabilan lama nyala api yang terlihat pada table 4.2, karna dari minyak pertamax sendiri merupakan cairan yang mudah terbakar pada suhu normal dan tidak stabil bila dipanaskan, sehingga pada saat terjadi pembakaran maka nyala api yang dihasilkan tidak teratur pada setiap campurannya. Pada campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex, dengan campuran Pertamina Dex sebesar 10% sampai dengan 50% terjadi nyala api pendek pada campuran 20% dan 30% lalu mengalami nyala api terlalu lama pada campuran 40% dan 50%. Dikarenakan dari Pertamina Dex sendiri merupakan cairan yang mudah terbakar pada suhu yang cukup, sehingga pada saat terjadi pembakaran nyala api yang dihasilkan tidak teratur pada setiap campurannya.

4.4 Suhu (°C) Pembakaran *Droplet*

Dari percobaan pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dan pertamax, serta campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex didapatkan suhu pembakarannya sebagai berikut :

4.4.1 Suhu Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Cengkeh.



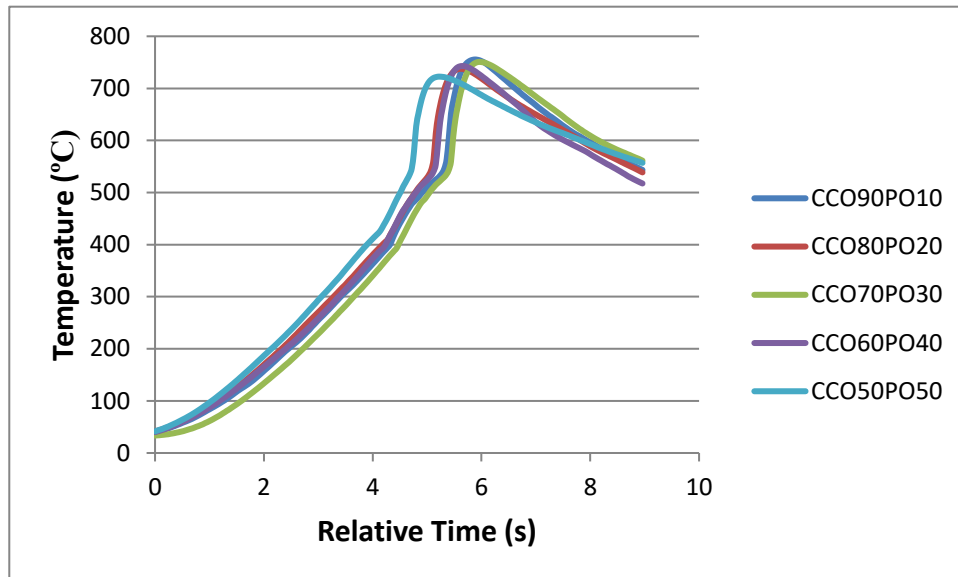
Gambar 4. 9 Grafik suhu pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh.

Pada pengujian pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh diatas menunjukkan kenaikan suhu api pada setiap percobaan dari suhu 600°C sampai sekitar 700°C. Pada percobaan pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh suhu tertinggi yang didapat bisa dilihat pada table berikut ini :

| No. | Komposisi | Suhu Tinggi (°C) | Detik (s) |
|-----|-----------|------------------|-----------|
| 1 | CCO90CO10 | 732.99 | 5.4 |
| 2 | CCO80CO20 | 760.52 | 4.84 |
| 3 | CCO70CO30 | 774.1 | 5.44 |
| 4 | CCO60CO40 | 778.85 | 6.6 |
| 5 | CCO50CO50 | 686.26 | 6.32 |

Tabel 4. 3 Suhu pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh.

4.4.2 Suhu Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina



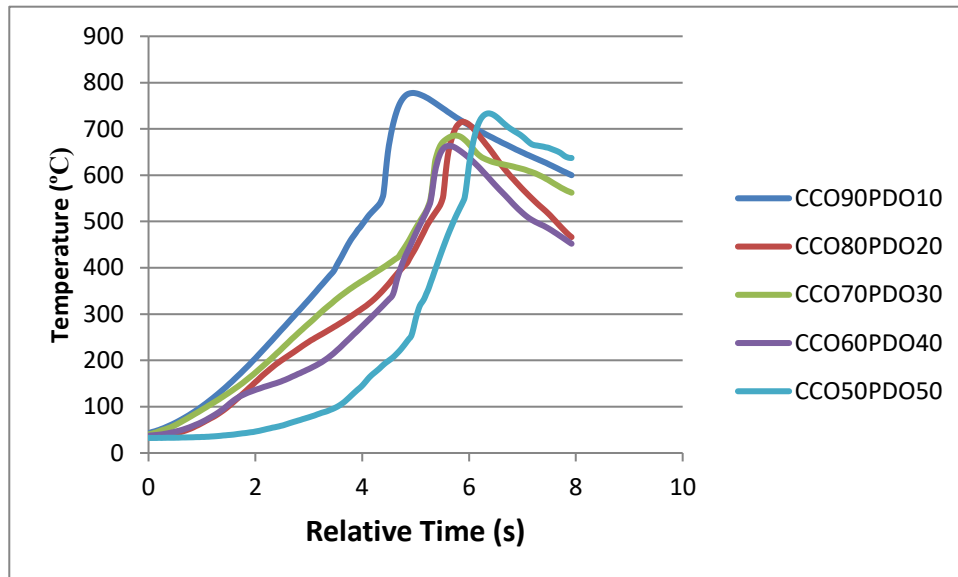
Gambar 4. 10 Grafik suhu pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan pertamax.

Pada pengujian pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan pertamax diatas menunjukan kenaikan suhu api pada setiap percobaan dari suhu 700°C. Pada percobaan pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan pertamax suhu tertinggi yang didapat bisa dilihat pada table berikut ini :

| No. | Komposisi | Suhu Tinggi (°C) | Detik (s) |
|-----|-----------|------------------|-----------|
| 1 | CCO90PO10 | 755.44 | 5.88 |
| 2 | CCO80PO20 | 737.50 | 5.6 |
| 3 | CCO70PO30 | 750.83 | 5.96 |
| 4 | CCO60PO40 | 742.87 | 5.64 |
| 5 | CCO50PO50 | 722.53 | 5.24 |

Tabel 4. 4 Suhu pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan pertamax.

4.4.3 Suhu Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina Dex



Gambar 4. 11 Grafik suhu pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex.

Pada pengujian pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex diatas menunjukkan kenaikan suhu api pada setiap percobaan dari suhu 600°C sampai dengan suhu 700°C. Pada percobaan pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex suhu tertinggi yang didapat bisa dilihat pada table berikut ini :

| No. | Komposisi | Suhu Tinggi (°C) | Detik (s) |
|-----|------------|------------------|-----------|
| 1 | CCO90PDO10 | 777.60 | 4.96 |
| 2 | CCO80PDO20 | 715.43 | 5.88 |
| 3 | CCO70PDO30 | 685.59 | 5.76 |
| 4 | CCO60PDO40 | 663.33 | 5.64 |
| 5 | CCO50PDO50 | 733.47 | 6.36 |

Tabel 4. 5 Suhu pembakaran *droplet* campuran minyak kelapa dan Pertamina Dex.

4.5 Densitas

Pengujian densitas ini dimaksudkan untuk mendapatkan massa jenis dari masing – masing campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh,

campuran minyak kelapa dan pertamax, dan campuran minyak kelapa dan pertamina dex. Pengukuran massa jenis ini menggunakan *picnometer* / tabung *density*. Sebelum melakukan pengukuran massa pada setiap campuran minyak, timbang terlebih dahulu tabung *density* yang dalam keadaan kosong untuk mengetahui massa dari *piknometer* kosong. Adapun data pengukuran massa dari setiap campuran minyak bias dilihat dari table dibawah ini :

| No | Komposisi | Berat <i>Picnometer</i> (g) | | Berat <i>Picnometer</i> (g) | |
|----|------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | | kosong | isi | 60°C | 80°C |
| 1 | CCO90CO10 | 16.59 | 25.87 | 25.66 | 25.48 |
| 2 | CCO80CO20 | 16.59 | 25.97 | 25.76 | 25.56 |
| 3 | CCO70CO30 | 16.59 | 26.01 | 25.80 | 25.68 |
| 4 | CCO60CO40 | 16.59 | 26.11 | 25.97 | 25.75 |
| 5 | CCO50CO50 | 16.59 | 26.12 | 25.90 | 25.71 |
| | | | | | |
| 6 | CCO90PO10 | 16.59 | 25.65 | 25.39 | 25.29 |
| 7 | CCO80PO20 | 16.59 | 25.49 | 25.33 | 24.97 |
| 8 | CCO70PO30 | 16.59 | 25.50 | 25.35 | 25.21 |
| 9 | CCO60PO40 | 16.59 | 25.45 | 25.15 | 25.02 |
| 10 | CCO50PO50 | 16.59 | 24.97 | 24.67 | 24.07 |
| | | | | | |
| 11 | CCO90PDO10 | 16.59 | 25.68 | 25.48 | 25.33 |
| 12 | CCO80PDO20 | 16.59 | 25.58 | 25.40 | 25.16 |
| 13 | CCO70PDO30 | 16.59 | 25.49 | 25.28 | 25.19 |
| 14 | CCO60PDO40 | 16.59 | 25.39 | 25.20 | 25.01 |
| 15 | CCO50PDO50 | 16.59 | 25.27 | 25.01 | 24.97 |

Tabel 4. 6 Massa dari *picnometer* kosong, isi, dan saat dipanaskan dari masing – masing campuran minyak.

Untuk mengetahui densitas dari setiap campuran minyak kelapa dengan minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dengan pertamax, serta campuran minyak kelapa dengan pertamina dex, maka rumus yang digunakan adalah :

$$\rho_{minyak} = \frac{m_{tot} - m_{pic}}{m_{air}} \cdot \rho_{air}$$

Keterangan :

ρ_{minyak} : adalah massa jenis dari minyak

m_{tot} : adalah massa picnometer yang berisikan campuran minyak

m_{pic} : adalah massa dari *picnometer* kosong

m_{air} : adalah hasil dari total massa air – *picnometer* kosong

ρ_{air} : adalah massa jenis dari air

Untuk mencari m_{air} maka rumus yang digunakan adalah :

$$m_{\text{tot}} - m_{\text{pic}} = m_{\text{air}}$$

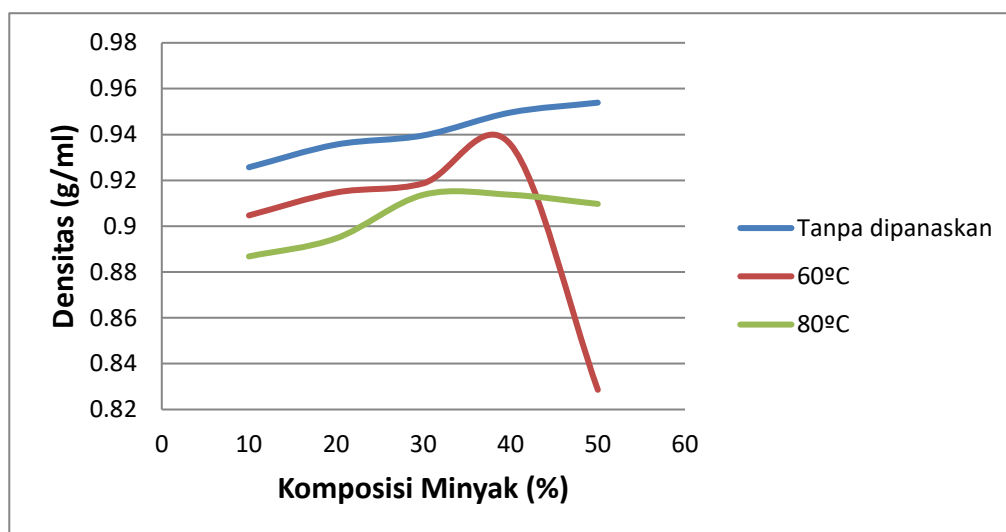
Dari data yang sudah didapat maka hasil dari perhitungan densitas campuran minyak kelapa dengan minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dengan pertamax, serta campuran minyak kelapa dengan pertamina dex adalah sebagai berikut :

| No. | Komposisi | Densitas Minyak (g/ml) | | |
|-----|------------|------------------------|--------|--------|
| | | Tanpa dipanaskan | 60°C | 80°C |
| 1 | CCO90CO10 | 0.9257 | 0.9047 | 0.8868 |
| 2 | CCO80CO20 | 0.9356 | 0.9147 | 0.8947 |
| 3 | CCO70CO30 | 0.9396 | 0.9187 | 0.9137 |
| 4 | CCO60CO40 | 0.9496 | 0.9356 | 0.9137 |
| 5 | CCO50CO50 | 0.9539 | 0.8286 | 0.9097 |
| | | | | |
| 6 | CCO90PO10 | 0.9037 | 0.8778 | 0.8678 |
| 7 | CCO80PO20 | 0.8877 | 0.8718 | 0.8359 |
| 8 | CCO70PO30 | 0.8887 | 0.8738 | 0.8598 |
| 9 | CCO60PO40 | 0.8838 | 0.8538 | 0.8409 |
| 10 | CCO50PO50 | 0.8359 | 0.8060 | 0.7461 |
| | | | | |
| 11 | CCO90PDO10 | 0.9067 | 0.8868 | 0.8718 |
| 12 | CCO80PDO20 | 0.8967 | 0.8788 | 0.8548 |
| 13 | CCO70PDO30 | 0.8877 | 0.8668 | 0.8638 |
| 14 | CCO60PDO40 | 0.8778 | 0.8588 | 0.8399 |
| 15 | CCO50PDO50 | 0.8658 | 0.8399 | 0.8359 |

Tabel 4. 7 Hasil perhitungan densitas minyak

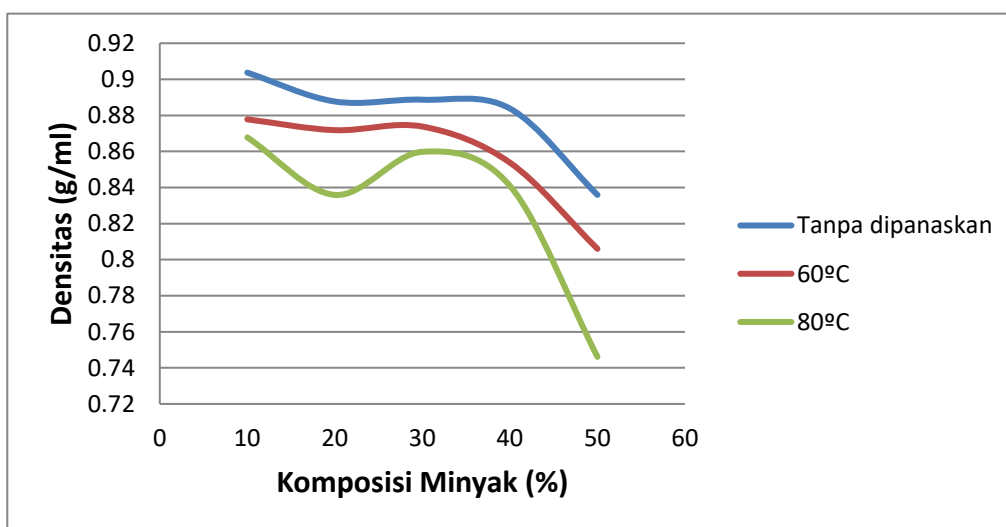
Dari hasil perhitungan densitas berikut ini adalah grafik dari campuran minyak kelapa dengan minyak cengkeh, minyak campuran minyak kelapa dengan pertamax dan campuran minyak kelapa dengan pertamina dex :

4.5.1 Densitas Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Cengkeh.



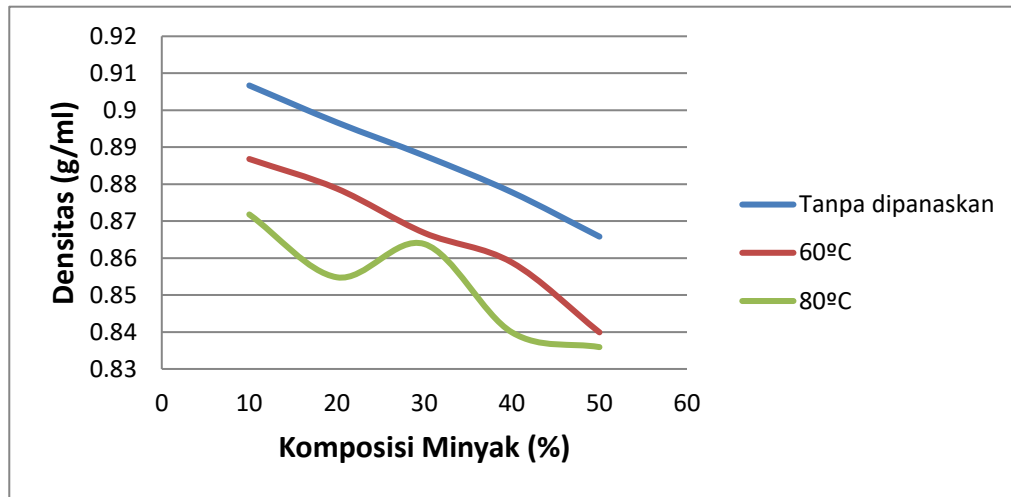
Gambar 4. 12 Grafik densitas campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh.

4.5.2 Densitas Campuran Minyak Kelapa dan Pertamax.



Gambar 4. 13 Grafik densitas campuran minyak kelapa dan pertamax.

4.5.3 Densitas Campuran Minyak Kelapa dan Pertamina Dex.



Gambar 4. 14 Grafik densitas campuran minyak kelapa dan pertamina dex.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan bentuk nyala api dari campuran minyak kelapa dengan minyak cengkeh, campuran minyak kelapa dengan pertamax, serta campuran minyak kelapa dengan Pertamina Dex berbeda meskipun pada campuran minyak kelapa dan pertamax menghasilkan api yang lebih stabil, namun pada campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh semakin banyak campuran minyak cengkeh maka *lifetime* apinya semakin lama meskipun pada suhu dan tinggi mengalami penurunan pada campuran persentase yang sama dan yaitu minyak kelapa 50% dan minyak cengkeh 50% berbeda dengan campuran minyak kelapa dengan pertamax dan minyak kelapa dengan Pertamina Dex. Keberadaan minyak cengkeh mempengaruhi pengapian pada campuran minyak kelapa dengan campuran minyak cengkeh karena sama – sama memiliki eugenol yang menghasilkan oksigen.

5.2 Saran

Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut. Pembakaran droplet minyak kelapa dan campurannya dengan melakukan perbandingan antara persentase dan campuran minyak nabati lainnya pada pembakaran droplet. Dengan bahan bakar yang telah dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari dengan komposisi dan persentase yang berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Widianti, Rahma Ayu. (2015). Pemafaatan Kelapa Menjadi VCO (*Virgin Coconut Oil*) Sebagai Antibiotik Kesehatan Dalam Upaya Mendukung Visi Indonesia Sehat 2015, 583
- Alqareer, Athbi. (November 2006). "*The effect of clove and benzocaine versus placebo as topical anesthetics*". *Journal of Dentistry*. 34 (10): 747–750.
- Malini, Dian. (2006). 20 ramuan esensial nusantara untuk cantik dan bugar. ISBN 9797814157.
- Darmanto, Seno, dan, Ireng Sigit A. (2006). Analisa Biodisel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar alternatif minyak diesel.
- Putri, Sri Kembaryanti, dan, Supranto, dan, Rahman Sudiyo. (2012). Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa (Coconut Oil) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik.
- Wirawan, I Ketut Gede, dan, Ainul Ghurri, dan, Ketut Astawa. (Oktober 2019). Studi Eksperimental Karakteristik Ukuran Droplet Pada Bahan Bakar Campuran Biodiesel - Ethanol.
- Nugraha, Andy, dan, Muhammad Nizar Ramadhan. (Juli 2019). Pengaruh Persentase Biodiesel Minyak Jelantah - Solar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet, 294-295.
- Arwin, Lilis Yuliati, Agung Sugeng Widodo. (Februari 2019). Karakteristik Pembakaran Droplet Campuran Bahan Bakar Bensin-Etanol.
- Mardiayansyah, Dodi, 2019. Pengaruh Penambahan Minyak Cengkeh Terhadap Pembakaran Droplet Minyak Jarak, 26-32.

- Gamayel, Adhes, dan, M.N. Mohammed, dan, Salah Al-Zubaidi, dan, Eddy Yusuf. (2020). *A Potential Study On Droplet Combustion Performance Of Vegetable Oil - Clove Oil Blend*, 1555-1561.
- Blin, Joel, dan, Christel Brunschwig, dan, Arnaud Chapuis, dan, Odilon Changotade, dan, Sayon Sidibe, dan, Eric Noumi, dan, Philippe Girard. (April 2013). *Characteristics Of Vegetable Oils For Use As Fuel In Stationary Diesel Engines - Towards Specifications For A Standard In West Africa*, 31-35.
- Sartika, Ratu Ayu Dewi, (februari 2008), Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans Terhadap Kesehatan, 155-159.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Campuran minyak kelapa dan minyak cengkeh.



Lampiran 2 Campuran minyak kelapa dan pertamax.



Lampiran 3 Campuran minyak kelapa dan pertamina dex