

SKRIPSI

**KARAKTERISASI MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH HASIL
PROSES PLASMA**



**OLEH
SULFADLI BAHRI
D211 15 511**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2020**

SKRIPSI

**KARAKTERISASI MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH HASIL
PROSES PLASMA**

OLEH:

SULFADLI BAHRI

D211 15 511

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :
**KARAKTERISASI MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH HASIL
PROSES PLASMA**

SULFADLI BAHRI


D211 15 511

Gowa, 27 November 2020

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Andi Mangkau, MT.
NIP. 19611231 199002 1 003


Dr. Eng. Ir. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT.
NIP. 19711221 199802 1 001



Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin


Dr. Eng. Ir. Jalaluddin ST., MT.
NIP. 197208252000031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sulfadli Bahri
NIM : D211 15 511
Judul Skripsi : Karakterisasi Minyak Kelapa Sawit Mentah Hasil Proses Plasma

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Makassar, 27 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Sulfadli Bahri

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI

Nama lengkap
SULFADLI BAHRI
Nama Panggilan : FADLI/BOL BOL
Tempat / Tanggal Lahir : Palopo, 18 juli 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Golongan Darah : AB
Alamat : Tidung 7 setapak 3 no.86 makassar
Telepon / No. HP : 082292120096
E-mail : fadlisulfadli25@gmail.com



RIWAYAT PENDIDIKAN

- SDN 233 Batara (2002-2008)
- SMPN 6 Palopo (2008-2011)
- SMK Kesehatan TNI-AL Makassar (2011-2014)
- Universitas Hasanuddin (2015-2020)

RIWAYAT ORGANISASI

- OKFT-UH
- HMM FT-UH
- Koordinator Humas HMM FT-UH Priode 2018

ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu sumber alternatif untuk menggantikan bahan bakar diesel yang berasal dari minyak bumi, dimana pengembangan biodiesel pada sekarang ini berdampak positif bagi lingkungan karena memiliki keunggulan diantara lain yaitu dapat menekan polusi, meningkatkan efisiensi mesin dan tidak mengandung toksin atau racun. Untuk bahan baku dari biodiesel sendiri salah satunya adalah dari minyak nabati atau minyak kelapa sawit. Telah banyak penelitian yang dilakukan terhadap pembuatan biodiesel dari kelapa sawit untuk meningkatkan mutu dari karakteristik minyak sawit. Oleh karena itu pada penelitian kali ini dilakukan proses plasma terhadap minyak sawit untuk mencapai peningkatan karakteristik dari minyak sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh waktu penyalaan plasma terhadap karakteristik dari minyak sawit khususnya pada massa jenis, viskositas, nilai kalor, titik nyala, dan senyawa asam yang terkandung pada minyak sawit. Untuk proses tersebut minyak sawit sebesar 150 ml mengalami lama penyalaan plasma selama 1,2,3,dan 4 menit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses plasma mempengaruhi peningkatan atau perubahan terhadap nilai karakteristik minyak sawit. Untuk nilai massa jenis dan viskositas terendah ditemukan pada waktu penyalaan plasma 4 menit yaitu masing – masing 0,914 gr/ml dan 14,337 mm²/s. Sedangkan untuk nilai kalor optimal diperoleh diperoleh dari waktu penyalaan plasma 4 menit yaitu 35079 kJ/kg. Untuk parameter titik nyala dari semua sampel ditemukan >210°C. dan pada pengujian GC-MS untuk minyak sawit mentah didapatkan 20 peak atau nilai senyawa yang ada didalamnya dimana peak yang tertinggi ada pada peak 4 dengan nilai area% sebesar 44,21%, dan untuk minyak sawit dengan waktu penyalaan plasma 4 menit didapatkan 20 peak atau nilai senyawa dimana peak tertinggi ada pada peak 4 dengan nilai area% sebesar 42,89%.

Kata kunci : Proses plasma, Densitas, Viskositas, Titik nyala, GC-MS

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative source to replace diesel fuel derived from petroleum, where the current development of biodiesel has a positive impact on the environment because it has advantages including reducing pollution, increasing engine efficiency and not containing toxins or toxins. One of the raw materials for biodiesel is vegetable oil or palm oil. There have been many studies conducted on the manufacture of biodiesel from palm oil to improve the quality of the characteristics of palm oil. Therefore, in this study, a plasma process was carried out on palm oil to achieve improved characteristics of palm oil. The purpose of this study was to study the effect of plasma ignition time on the characterization of palm oil, especially its density, viscosity, heating value, flash point, and acid compounds contained in palm oil. For this process, 150 ml of palm oil has a plasma ignition time of 1, 2, 3, and 4 minutes. The results of this study indicate that the plasma process affects the increase or change in the characteristic values of palm oil. The lowest density and viscosity values were found at the plasma ignition time of 4 minutes, namely 0.914 gr/ml and 14.337 mm²/s, respectively. For the optimal calorific value obtained from the ignition time of the plasma 4 minutes, namely 35079 kJ/kg. The flash point parameter of all samples was found to be >210°C. In the GC-MS test for crude palm oil, there were 20 peaks or the value of the compounds in it where the highest peak was at peak 4 with an area value of 44.21%, and for palm oil with a plasma ignition time of 4 minutes, it was obtained 20 peaks or compound value, where the highest peak is at peak 4 with an area value of 42.89%.

Keywords: Plasma process, Density, Viscosity, Flash point, GC-MS

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kekuatan, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan judul “*Analisis Karakteristik Minyak Kelapa Sawit Mentah Hasil Proses Plasma*”. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini berguna bagi penulis dan pihak-pihak lain sebagai acuan untuk kebutuhan ilmu pengetahuan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan serta masukan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga sangat menyadari penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa kerja keras penulis dan bantuan orang-orang terdekat yang selalu memberikan berbagai macam dukungan dan masukan demi kelancaran skripsi ini. Atas alasan itu pula penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih:

1. Kepada Orang tua saya tercinta, Bapak Bahri B S.ip M.si dan Mama Hj. Suhridah S.pd, terima kasih atas semua kasih sayang, doa dan petuahannya yang tidak pernah putus. Kalian adalah semangat penulis dalam menyelesaikan studi ini.
2. Subaedah Bahri.S.Si.,Apt kakak sekaligus teman diskusi yang selalu siap sedia jadi tempat curhat penulis dan adik Syaiful Bahri terima kasih doa dan dukungannya.
3. Bapak Dr.Eng.Ir. Jalaluddin ST., MT selaku ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh staff Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.
4. Bapak Ir. Andi Mangkau.,MT. selaku pembimbing I Tugas Akhir.

5. Bapak Dr.Eng.Ir. Andi Erwin Eka Putra, ST.,MT. selaku pembimbing II Tugas Akhir.
6. Bapak Dr.Eng. jalaluddin ST., MT. selaku penguji.
7. Ibu Dr.Eng. Novriany Amaliyah, ST.,MT. selaku penguji.
8. Segenap Dosen Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. Bapak H. Muis Tolla selaku laboran di Laboratorium Motor Bakar yang senantiasa membantu dalam penelitian saya.
10. Kanda Muhammad Firdan Nurdin ST. yang senantiasa selalu menjadi teman diskusi yang sudah membantu penulis dalam merakit alat dan memecahkan berbagai kendala dalam penelitian.
11. Saudara-saudara seperjuangan penulis Hydraulic 2015 yang sudah menjadi tim hore dan tim *support* paling hebat yang selalu ada dalam suka maupun duka, yang bahkan saya tidak yakin bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik tanpa mereka.
12. Teman-teman sepemikiran , kos Lt 1 gedung Mesin ; Lukman Hakim, Imam Adli Agil, Hamdani, Fahrul Islam, Rizal amil aulia, Arifuddin, Rijal S amin, A Ilham akbar, Hasan, Chatib Dwi Putra, Kaspar Youber nicous, Wahyudi, terima kasih untuk waktu yang tersita karena penulis.
13. Korce angkatan Hydraulic'15 Setyawati Dewi Mulya ST telah menjadi teman diskusi sekaligus pembimbing.
14. Teman – teman seperjuangan Laboratorium Motor Bakar , Ahmad Nur , Agim Crismastori, All Ashry, Wahyu Budiman selamat berjuang untuk kalian.
15. Untuk sodara tapi tak sedarah penulis Yulio Olanta , Yolanda, Rahmat Hidayat , Rishamdi Saputra, Yudi Darmawan terima kasih sudah jadi *support system* penulis.
16. Aditya Risvan sobat seperjuangan semasa praktek kerja lapangan, terima kasih atas wejangan, support dan masukannya.
17. Untuk Aan Cristian SE, Irsan Maulana , Wahyu Saleh SE, Wahab Tri Anggara , Adhyani Hajarinanda ST, Irman Maulana, dan Nur Suci Ramadhani, para sahabat D'Ups squad, Terima kasih sudah jadi bagian dari perjalanan penulis menyelesaikan sebagian dari part kehidupan ini.

18. Terakhir untukmu Andi Tenri Abang HS terima kasih sudah menjadi motivasi penulis.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Makassar, 27 November 2020

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Minyak Sawit	5
2.2 Plasma	6
2.3 Uji Karakterisasi	9

2.3.1 Massa Jenis (<i>Densitas</i>).....	9
2.3.2 Nilai kalor	10
2.3.3 Kekentalan (<i>Viskositas</i>).....	12
2.3.4 Titik Nyala (<i>Flash Point</i>)	16
2.3.5 Pengujian Gass Chromatography – Mass Spectrometry (GC - MS).....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Jenis Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan.....	18
3.3.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	24
3.4 Rancang Bangun Alat	26
3.5 Prosedur Kerja.....	26
3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Unjuk Kerja Plasma	31
4.2 Karakterisasi Minyak Kelapa Sawit Setelah Proses Perlakuan Plasma	35
4.2.1 Massa Jenis (<i>Densitas</i>)	35
4.2.2 Nilai Kalor.....	38
4.2.3 Kekentalan (<i>Viscositas</i>).....	43
4.2.4 Titik Nyala (<i>Flash Point</i>)	45
4.2.5 Pengujian Gass Chromatography – Mass Spectrometry (GC - MS	46
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

LAMPIRAN	52
----------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi perbandingan plasma dengan jenis zat lain.....	6
Gambar 2. 2. Proses Pembangkitan plasma : (a) Terbentuknya Gelembung dan (b) Terbentuknya Plasma (Nurdin, 2016).....	7
Gambar 2.3. Magnetron dan skemanya (Febrian, dkk, 2011).	8
Gambar 3.1. Alat pembangkit plasma.....	18
Gambar 3.2. Reaktor plasma	19
Gambar 3.3. Boomcalorimeter.....	19
Gambar 3.4. Termokopel.....	20
Gambar 3.5.Tabung viknometer	20
Gambar 3.6.Magnetic Stereer	21
Gambar 3.7.Botol kaca	21
Gambar 3.8.Kertas whatman	22
Gambar 3.9.Timbangan Digital	22
Gambar 3.10.Timbangan digital	23
Gambar 3.11.Gelas ukur	23
Gambar 3.12.Stopwatch	24
Gambar 3.13.Bahan Baku.....	24
Gambar 3.14. Rod eacto	25
Gambar 3.15.Elektroda tungsten	25
Gambar 3.16.Alat pengujian.....	26
Gambar 3.17.Proses penyaringan minyak sawit	27
Gambar 3.18. Proses Plasma dan penyaringan	28

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1. massa produk hasil plasma	32
Grafik 4. 2. volume produk hasil plasma	32
Grafik 4.3. Yield produk hasil plasma	34
Grafik 4. 4. Rata-rata massa jenis bahan baku dan produk hasil plasma	37
Grafik 4. 5. Nilai kalor produk hasil proses plasma	42
Grafik 4.6. Rata-rata nilai viskositas bahan baku dan produk hasil plasma	45
Grafik 4.7. Hasil pengujian GC MS minyak kelapa sawit	46
Grafik 4.8. Hasil pengujian CG MS minyak sawit penyalan plasma 4 menit	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1.Data massa dan volume bahan baku serta produk hasil plasma	31
Tabel 4. 2.Yeild produk hasil plasma	34
Tabel 4.3.Massa jenis minyak hasil plasma	36
Tabel 4.4. Contoh hasil pembacaan waktu dan temperature kalorimeter bom	38
Tabel 4. 5.Nilai kalor dari bahan baku dan produk hasil proses plasma	40
Tabel 4. 6.Nilai viskositas dari bahan baku dan produk hasil proses plasma	44

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
Y_m	Yield	%
m_a	Massa produk yang diperoleh	Gr
m_{bb}	Massa bahan baku	Gr
ρ	Massa jenis	gr/ml
m_{sampel}	Massa minyak	Gr
$m_{aquades}$	Massa aquades	Gr
$V_{piknometer}$	Volume piknometer	ml
$\rho_{aquades}$	Massa jenis aquades	gr/ml
ΔT	Selisih temperatur	°C
m_{air}	Massa air	Kg
$C_{p\ air}$	Kalor jenis air	kJ/Kg.K

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses plasma pada minyak sawit.....	52
Lampiran 2. Proses pengujian kalor pada minyak sawit	53
Lampiran 3. Proses pengujian Densitas (massa jenis) minyak sawit	53
Lampiran 4. Proses pengujian Viskositas (Kekentalan).....	54
Lampiran 5. Proses pengujian Flash point (Titik nyala)	54
Lampiran 6. Proses penyaringan pemisahan lemak dari minyak sawit	55
Lampiran 7. Proses pemisahan karbon dari minyak sawit yang telah melalui proses plasma	55
Lampiran 8. Hasil pengujian GC – MS (minyak sawit sebelum proses plasma).....	56
Lampiran 9. Hasil pengujian GC – MS (minyak sawit setelah proses plasma waktu 4 menit.	57
Lampiran 10. Tabel Karakteristik Biodiesel Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi.....	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biodiesel merupakan salah satu sumber alternatif untuk menggantikan bahan bakar diesel yang berasal dari minyak bumi. Pengembangan biodiesel berdampak positif bagi lingkungan. Biodiesel memiliki keunggulan antara lain dapat menekan polusi, meningkatkan efisiensi mesin, tidak mengandung toksin atau racun dan dapat dioperasikan pada musim dingin (-20 oC).

Bahan baku untuk memproduksi biodiesel biasanya berasal dari minyak nabati. Minyak nabati yang sering digunakan seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak kedelai serta minyak nyamplung. Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit terbesar di Asia Tenggara. Dua persen dari konsumsi minyak diesel pada tahun 2007 berasal dari biodiesel minyak kelapa sawit (CPO) dan minyak jarak. Semakin meningkatnya jumlah produksi CPO maka semakin besar pula konsumsi CPO di Indonesia. Menurut GAPKI pada tahun 2013 jumlah yang telah di ekspor mencapai 18 juta ton dan sisanya sekitar 8 juta ton. CPO mengandung asam lemak bebas yang relatif tinggi berkisar 3-5%.(Tengku Rayhan dkk,2015).

Di masa lalu, minyak nabati secara langsung digunakan sebagai bahan bakar cair atau campuran untuk bahan bakar minyak bumi. Namun, karena sifatnya seperti viskositas, kemampuan pencampuran tidak cocok dengan mesin dan harus ditingkatkan secara signifikan. Biasanya ada empat metode yang digunakan untuk meningkatkan sifat minyak nabati, yaitu: (1) pengenceran dengan bahan bakar diesel atau pelarut, (2) mikroemifikasi, (3) transesterifikasi, dan (4) plasma (Suryanto, 2015). Namun, plasma lebih menarik karena lebih ramah lingkungan. Plasma atau perengkahan termal bahan trigliserida berperan sebagai metode alternatif untuk menghasilkan produk bahan bakar berbasis bio yang terbarukan.).

Plasma fase cair yang telah diperkenalkan oleh Takai (2008) disebut dengan *solution plasma process* (SPP). SPP mencakup memasukkan energi,

yang dibentuk oleh pelepasan listrik bertegangan tinggi atau arus tinggi, langsung ke larutan encer melalui saluran plasma antara dua elektroda. Baru-baru ini, plasma dalam metode cair dikenal sebagai teknologi yang mampu mensintesis bahan-bahan karbon (Meeprasertsagool, 2017).

Dalam penelitian kali ini penulis menerapkan perlakuan plasma untuk meningkatkan mutu dari minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit yang telah melalui proses plasma selanjutnya akan dilakukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui karakteristiknya, dan diharapkan bisa menjadi biodiesel dengan kualitas yang baik sehingga dapat digunakan kedepannya dengan waktu yang lama.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana proses pengolahan minyak kelapa sawit menjadi biodiesel dengan mutu yang lebih baik melalui proses perlakuan plasma?
- b. Bagaimana karakteristik minyak yang dihasilkan?
- c. Bagaimana variasi waktu penyalaan plasma terhadap kandungan minyak yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk menganalisis proses pengolahan minyak kelapa sawit secara kontinyu dengan mutu yang lebih baik melalui proses perlakuan plasma.
- b. Untuk menganalisis karakteristik kandungan minyak yang dihasilkan.
- c. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu penyalaan plasma terhadap karakteristik minyak yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Bagi peneliti, menambah pengetahuan tentang proses perlakuan plasma dan proses pembuatan biodiesel dengan metode tersebut.

- b. Bagi pembaca, menambah bahan bacaan dan menambah ilmu pengetahuan tentang proses perlakuan plasma dan proses pembuatan biodiesel dengan metode tersebut.
- c. Bagi industri, menjadi bahan referensi pengolahan dan pemanfaatan metode proses perlakuan plasma dalam produksi biodiesel.

1.5. Batasan Masalah

- a. Bahan baku yang digunakan adalah minyak kelapa sawit hasil olahan pabrik PT. Jas Mulia Palm Oil dan PT. Perkebunan Nusantara
- b. Volume minyak kelapa sawit yang digunakan adalah 150 ml.
- c. Variasi waktu penyalaan plasma yang diberikan adalah 1 menit, 2 menit, 3 menit, dan 4 menit.
- d. Daya power supply yang digunakan adalah 200 volt.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab I berisi awal pendahuluan dari serangkaian tugas akhir yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori

Bab II berisi beberapa teori penunjang yang mendasari penyusunan tugas akhir ini. Teori penunjang ini disusun menggunakan referensi dari buku-buku dan jurnal-jurnal penelitian sebelumnya. Adapun teori yang ada bab ini adalah teori yang berkaitan erat dengan pengetahuan dasar tentang bahan bakar alternatif, metode pengolahan untuk menaikkan mutu minyak kelapa sawit, dan plasma.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai tahap-tahap perencanaan dan metode pengujian berdasarkan cara kerja dari alat pembangkit plasma 2,45 GHz.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini dipaparkan mengenai pengujian karakteristik dari minyak hasil proses perlakuan plasma. Setelah dilakukan beberapa pengujian karakteristik, maka pada bab ini juga akan dibahas mengenai hasil pengujian karakteristik yang telah dilakukan.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan atau hasil yang diperoleh serta berisikan pula tentang saran-saran atas kekurangan dan kelemahan tugas akhir ini.

Daftar Pustaka

Bab ini berisi referensi yang digunakan untuk melengkapi laporan tugas akhir.

Lampiran

Berisi lampiran-lampiran yang berkaitan dengan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Sawit

Minyak sawit adalah minyak nabati yang didapatkan dari mesocarp buah pohon kelapa sawit, umumnya dari spesies *elaeis oleifera* dan *attelea maripa*. Minyak sawit secara alami berwarna merah karena kandungan alfa dan beta-karotenoid yang tinggi. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti kelapa sawit (palm kernel oil) yang dihasilkan dari inti buah yang sama. Minyak kelapa sawit juga berbeda dengan minyak kelapa yang dihasilkan dari inti buah kelapa (*cocos nucifera*). Perbedaan ada pada warna (minyak inti sawit tidak memiliki karotenoid sehingga tidak berwarna merah), dan kadar lemak jenuhnya. Minyak sawit mengandung 41% lemak jenuh, minyak inti sawit 81%, dan minyak kelapa 86%.

Minyak sawit termasuk minyak memiliki kadar lemak jenuh yang tinggi. Minyak sawit berwujud setengah pada tempertur ruangan dan memiliki beberapa jenis lemak jenuh asam laurat (0,1%), asam miristat (1%), asam stearat (5%), dan asam palmitat (44%). Minyak sawit juga memiliki lemak tak jenuh dalam bentuk asam oleat (39%) asam linoleate (10%), dan asam alfa linoleate (0,3%). Seperti semua minyak nabati, minyak sawit tidak mengandung kolesterol meski konsumsi lemak jenuh diketahui menyebabkan peningkatan kolesterol lipoprotein densitas rendah dan lipoprotein densitas tinggi akibat metabolisme asam dalam tubuh. Minyak sawit juga GMO free, karena tidak ada kelapa sawit termodifikasi genetic (GMO) yang dibudidayakan untuk menghasilkan minyak sawit.

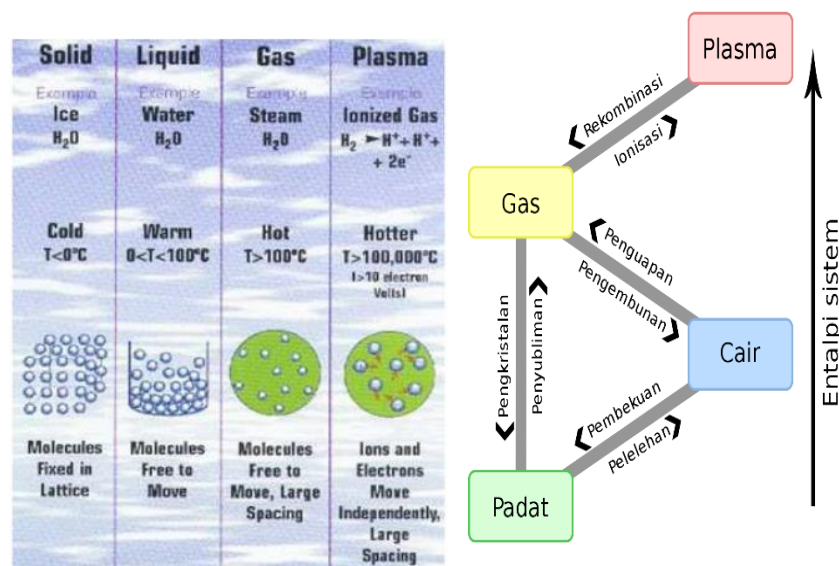
Minyak sawit adalah bahan memasak yang umum dinegara tropis di Afrika, Asian Tenggara, dan sebagian Brasil. Penggunaannya dalam industri makanan komersial dibelahan negara lain didorong oleh biaya produksi yang rendah dan kestabilan oksidatifnya ketika digunakan menggoreng.

2.2 Plasma

a. Pengertian Plasma

Konsep tentang plasma pertama kali dikemukakan oleh Langmuir dan Tonks pada tahun 1928. Mereka mendefinisikan plasma sebagai gas yang terionisasi dalam lucutan listrik, jadi plasma dapat juga didefinisikan sebagai campuran kuasinetral dari elektron, radikal, ion positif dan negatif. Percampuran antara ion-ion yang bermuatan positif dengan elektron-elektron yang bermuatan negatif memiliki sifat-sifat yang sangat berbeda dengan gas pada umumnya dan materi pada fase ini disebut fase plasma. Maka secara sederhana plasma didefinisikan sebagai gas terionisasi dan dikenal sebagai fase materi ke empat setelah fase padat, cair, dan fase gas (Nur, 2011).

Suatu gas dikatakan terionisasi jika terdiri dari atom-atom yang terionisasi bermuatan positif (ion) dan elektron yang bermuatan negatif. Pada prinsipnya, karena proses ionisasi membutuhkan energi dalam orde elektron volt untuk melepas elektron, maka dalam membuat plasma harus ditambahkan energi dalam suatu sistem. Penambahan ini bisa dilakukan dengan osilator gelombang mikro (RF) pada ruangan bertekanan rendah. (Konuma dkk, 1992).

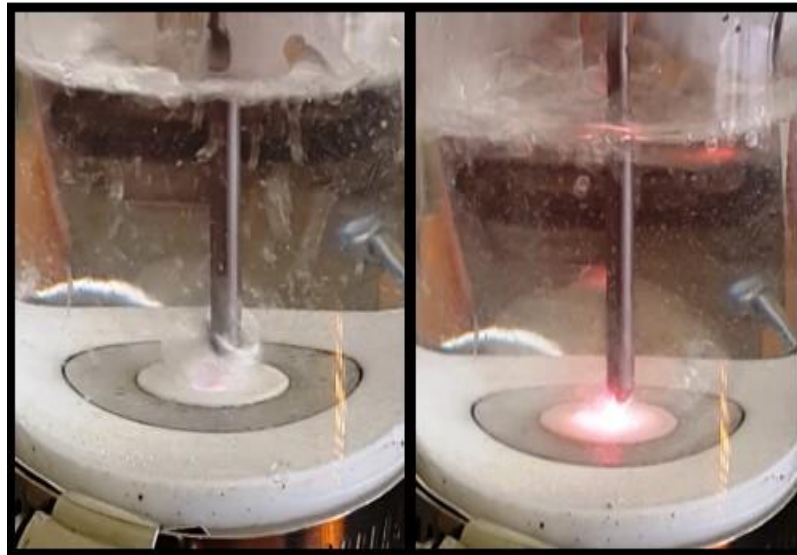


Gambar 2.1. Ilustrasi perbandingan plasma dengan jenis zat lain

b. Mekanisme Plasma Dalam Cairan

Mekanisme lucutan plasma atau lucutan listrik dalam cairan (terkhusus air) dapat diklasifikasikan ke dalam dua bagian. Bagian pertama mempertimbangkan bahwa plasma atau lucutan listrik dalam air dimulai dari proses terbentuknya gelembung dan proses elektronik yang terjadi dalam gelembung. Sementara itu bagian kedua, prosesnya dimulai dari lucutan sebagian dan berkembang sampai lucutan penuh (Ade, 2014).

Sesuai pendekatan dari bagian pertama, proses gelembung dimulai dengan gelembung kecil yang terbentuk melalui penguapan cairan dari pemanasan akibat medan listrik yang tinggi pada daerah ujung elektroda. Di dalam gelembung akan terjadi proses elektronika yang mengionisasi atom gas sehingga timbul plasma. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 2. Proses Pembangkitan plasma : (a) Terbentuknya Gelembung dan (b) Terbentuknya Plasma (Nurdin, 2016)

c. Aplikasi *Microwave Oven* Secara Umum dan Komponennya

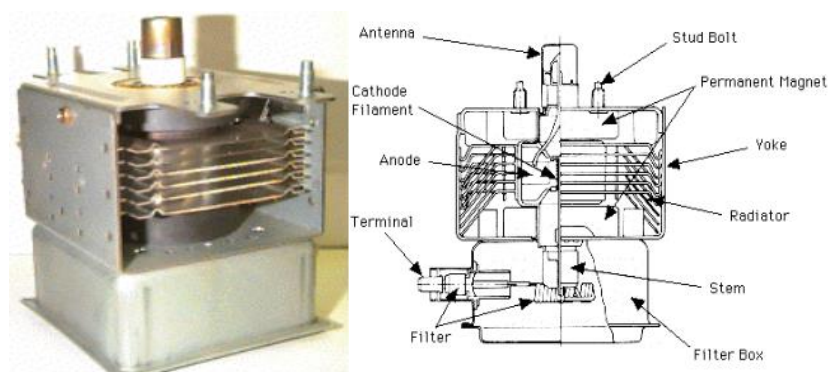
Saat ini beberapa peneliti telah beralih ke sumber daya gelombang mikro untuk membangkitkan plasma karena pembangkit gelombang mikro tidak memerlukan peralatan elektroda sehingga dapat menghindari proses kontaminasi. Eksitasi gelombang mikro sangat efisien untuk menghasilkan konsentrasi radikal dan rapat plasma yang tinggi. Di samping itu harga

generator gelombang mikro sebanding dengan generator rf yang biasa digunakan untuk membangkitkan plasma (Sutanto, 2005).

Microwave oven yang konvensional sudah digunakan untuk mengiridiasikan 2.45 GHz *microwave* untuk pembangkitan plasma dalam n-dodecane sebagai heavy hydrocarbon tawwnpa CO₂ sebagai produk sampingan. Plasma dibangkitkan dalam atau kontak dengan cair untuk performansi suatu proses yang sama dengan plasma dalam gas. Teknik untuk produksi hidrogen telah dilakukan dengan plasma dalam cair. Pembangkitan gelembung mengandung radio frequency (RF) plasma dalam water sudah diinvestigasi untuk produksi hidrogen dan oksigen. Plasma dibangkitkan dalam gelembung dalam air dengan meng-iradiasikan High Frequency melalui elektroda. Air juga berfungsi untuk mendinginkan elektroda selama proses dekomposisi metana berlangsung (Putra, 2013).

d. Komponen *Microwave Oven*

Di dalam setiap microwave terdapat sebuah magnetron, *waveguide*, dan *Stirrer*. Magnetron adalah sejenis tabung hampa penghasil gelombang mikro. Fungsi magnetron adalah memancarkan gelombang mikro ke dalam microwave. Pada awalnya magnetron dirancang untuk penggunaan radar. Gelombang mikro yang digunakan sama dengan gelombang yang digunakan di dunia telekomunikasi seperti radar, gelombang pemancar stasiun radio, gelombang pemancar stasiun televisi, atau gelombang sinyal handphone. Gelombang mikro sendiri adalah salah satu gelombang radio (Surya, 2010).



Gambar 2.3. Magnetron dan skemanya (Febrian, dkk, 2011).

Waveguide adalah sebuah komponen yang didesain untuk mengarahkan gelombang. Untuk tiap jenis gelombang *waveguide* yang digunakan tidak sama. *Waveguide* untuk gelombang mikro dapat dibangun dari bahan konduktor. *Stirrer* adalah komponen yang menyerupai baling-baling ini digunakan untuk menyebarkan gelombang mikro di dalam microwave oven. Biasanya dikombinasikan dengan sebuah komponen seperti piringan yang dapat diputar pada bagian bawah. Kombinasi ini memungkinkan kecepatan tingkat kematangan yang merata saat memasak (Febrian, dkk, 2011).

e. Unjuk Kerja Proses Plasma

Unjuk kerja dari proses plasma dapat dilihat dari perbandingan massa bahan baku yang akan diplasma dengan massa produk yang akan diplasma dengan massa produk yang dihasilkan. Proses plasma memiliki tiga produk utama yaitu pdata, cair, gas. Untuk melihat hasil dari masing-masing produk dapat digunakan rumus (Putra, 2017).

$$Y_M = \frac{m_a}{m_{bb}} \times 100\%$$

Dimana:

Ym : Yield mass (%)

ma : Massa produk yang diperoleh (gr)

m_{bb} : Massa bahan baku (gr)

2.3 Uji Karakterisasi

2.3.1 Massa Jenis (Densitas)

Massa jenis atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah. Satuan SI

massa jenis adalah kg/m³. Massa jenis berfungsi untuk menentukan suatu zat karena setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Suatu zat berapapun massanya dan berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama (Santoso, 2010)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{m_{sampel} - m_{aquades}}{V_{piknometer}} + \rho_{aquades}$$

Dimana:

ρ = Massa jenis (gr/ml)

m_{sampel} = Massa minyak (gr)

$m_{aquades}$ = Massa aquades (gr)

$V_{piknometer}$ = Volume piknometer (ml)

$\rho_{aquades}$ = Massa jenis aquades pada temperature 40°C (gr/ml)

2.3.2 Nilai kalor

Nilai kalor atau *heating value* adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Makin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar menjadi semakin sedikit. Nilai kalor bahan bakar ditentukan berdasarkan hasil pengukuran dengan calorimeter yang dilakukan dengan membakar bahan bakar dan udara pada temperature normal, sementara itu dilakukan pengukuran jumlah kalor yang terjadi sampai temperature dari gas hasil pembakaran turun kembali ke temperature normal (Hassan, Hussein, dan Osman, 2010).

Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan calorimeter bom. Calorimeter bom untuk pembakaran yang cepat terdiri dari ruang pembakaran (bom) dan calorimeter vessel, biasanya sebuah bejana silinder yang mengelilingi bom dan mengandung air yang diketahui

kuantitasnya. Pembakaran dilakukan menggunakan oksigen. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan ditenamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan suhu kalorimeter naik. Pengukuran akan dipusatkan pada peningkatan suhu air. Untuk menjaga agar panas yang dihasilkan dari reaksi bahan bakar dengan oksigen tidak menyebar ke lingkungan luar maka kalorimeter dilapisi oleh bahan yang bersifat isolator. Ruang pembakaran, baik pada tekanan konstan atau dengan volume konstan. Hasil yang diperoleh dengan kalorimeter pada volume konstan tidak persis sama seperti yang diperoleh pada tekanan konstan, tetapi untuk zat padat atau cair perbedaan terlalu kecil untuk dipertimbangkan (Arief, 2019).

Nilai kalor merupakan besarnya energi kalor yang diserap oleh air tiap satuan massa bahan bakar.

$$Q = m C \Delta T$$

dimana:

$$Q = \text{kalor yang diserap oleh air (kJ)}$$

$$m = \text{massa air (Kg)}$$

$$C = \text{kalor jenis air (kJ/KgK)}$$

$$\Delta T = \text{kenaikan temperatur air (K)}$$

Massa air diketahui dari volume air dalam *vessel calorimeter*. Air sebagai media penyerap kalor dan parameter utama pengukuran nilai kalor. Untuk 3700 ml air diketahui massanya seberat 3,7 kg pada massa jenis 1 kg/ltr. Nilai kalor jenis dari air merupakan ketetapan dengan nilai 4,18 kJ/kgK.

Nilai ΔT diperoleh dari pengukuran kenaikan temperatur air menggunakan termometer backman. ΔT merupakan selisih dari nilai temperatur maksimum yang dicapai dengan nilai pembacaan termometer di menit terakhir sebelum proses pembakaran. Koreksi radiasi dihitung dari rata-rata perubahan temperatur air sebelum bahan bakar terbakar dan setelah mencapai temperatur maksimum

$$\text{koreksi radiasi} = n \cdot v^1 + \left(\frac{-v + v^1}{2} \right)$$

dimana:

n = jarak waktu dari pembakaran sampai temperature maksimum

v^1 = rata-rata penurunan temperatur pada akhir percobaan

v = rata-rata kenaikan temperatur pada awal percobaan

Hasil dari koreksi radiasi dijumlahkan dengan nilai ΔT untuk menghasilkan ΔT *corrected*

$$\Delta T \text{ corrected} = \Delta T + \text{koreksi radiasi}$$

Sehingga kalor yang diserap oleh air dapat dihitung dengan mengalikan massa air dengan kalor jenis air dan kenaikan temperatur *corrected*. Selanjutnya untuk menghitung nilai kalor tiap satu gram bahan bakar, maka nilai Q_{air} dibagi dengan massa bahan bakar yang digunakan.

$$\text{nilai kalor bahan bakar} = \frac{\text{kalor yang diserap}}{\text{massa sampel bahan bakar}}$$

2.3.3 Kekentalan (Viskositas)

Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliaran fluida yang merupakan gesekan antara molekul – molekul cairan satu dengan yang lain. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki

viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan – bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi.

Pada hukum aliran viskos, Newton menyatakan hubungan antara gaya – gaya mekanika dari suatu aliran viskos sebagai : *Geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya.* Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (s) dengan kecepatan geser (g) nya konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas.

Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua buah bidang sejajar yang dilapisi fluida tipis diantara kedua bidang tersebut. Suatu bidang permukaan bawah yang tetap dibatasi oleh lapisan fluida setebal h , sejajar dengan suatu bidang permukaan atas yang bergerak seluas A . Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan fluida dibawahnya, maka tidak ada gaya tekan yang bekerja pada lapisan fluida. Suatu gaya F dikenakan pada bidang bagian atas yang menyebabkan bergerakinya bidang atas dengan kecepatan konstan v , maka fluida dibawahnya akan membentuk suatu lapisan – lapisan yang saling bergeseran. Setiap lapisan tersebut akan memberikan tegangan geser (s) sebesar F/A yang seragam, dengan kecepatan lapisan fluida yang paling atas sebesar v dan kecepatan lapisan fluida paling bawah sama dengan nol. Maka kecepatan geser (g) pada lapisan fluida di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap, dengan tidak adanya tekanan fluida.

Fluida, baik zat cair maupun zat gas yang jenisnya berbeda memiliki tingkat kekentalan yang berbeda. Viskositas alias kekentalan sebenarnya merupakan gaya gesekan antara molekul-molekul yang menyusun suatu fluida. Jadi molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek-menggesek ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas

disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sedangkan dalam zat gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antara molekul.

Fluida yang lebih cair biasanya lebih mudah mengalir, contohnya air. Sebaliknya, fluida yang lebih kental lebih sulit mengalir, contohnya minyak goreng, oli, madu dkk. Hal ini bisa dibuktikan dengan menuangkan air dan minyak goreng di atas lantai yang permukaannya miring. Pasti air mengalir lebih cepat daripada minyak goreng atau oli. Tingkat kekentalan suatu fluida juga bergantung pada suhu. Semakin tinggi suhu zat cair, semakin kurang kental zat cair tersebut.

Satuan Sistem Internasional (SI) untuk koefisien viskositas adalah $\text{Ns/m}^2 = \text{Pa}\cdot\text{s}$ (pascal sekon). Satuan CGS (centimeter gram sekon) untuk koefisien viskositas adalah $\text{dyn}\cdot\text{s/cm}^2 = \text{poise (P)}$. Viskositas juga sering dinyatakan dalam sentipoise (cP). $1 \text{ cP} = 1/100 \text{ P}$. Satuan poise digunakan untuk mengenang seorang Ilmuwan Perancis, almarhum Jean Louis Marie Poiseuille (baca : pwa-zoo-yuh)

$$1 \text{ poise} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{s/cm}^2 = 10^{-1} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$$

Viskositas cairan adalah fungsi dari ukuran dan permukaan molekul, gaya tarik menarik antar molekul dan struktur cairan. Tiap molekul dalam cairan dianggap dalam kedudukan setimbang, maka sebelum sesuatu lapisan melewati lapisan lainnya diperlukan energy tertentu. Sesuai hukum distribusi Maxwell-Boltzmann, jumlah molekul yang memiliki energy yang diperlukan untuk mengalir, dihubungkan oleh factor $e^{-E/RT}$ dan viskositas sebanding dengan $e^{-E/RT}$. Secara kuantitatif pengaruh suhu terhadap viskositas dinyatakan dengan persamaan empirik,

$$h = A e^{-E/RT}$$

A merupakan tetapan yang sangat tergantung pada massa molekul relative dan volume molar cairan dan E adalah energi ambang per mol yang diperlukan untuk proses awal aliran. Viskositas cairan juga dapat ditentukan berdasarkan jatuhnya benda melalui medium zat cair, yaitu berdasarkan hukum Stokes. Dimana benda bulat dengan radius r dan rapat d, yang jatuh karena gaya gravitasi melalui fluida dengan rapat d_m/d_b , akan dipengaruhi oleh gaya gravitasi sebesar :

$$F_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 (d - d_m) g$$

Viscometer Oswald untuk mengukur sampel yang encer atau kurang kental. Berdasarkan persamaan Poiseuille, dengan membandingkan waktu alir cairan sampel dan cairan pembanding menggunakan alat yang sama.

Viskositas dinamis :

$$\eta = \eta_0 \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0}$$

Dimana:

η = viskositas minyak

η_0 = viskositas cairan pembanding

T = waktu aliran minyak

T_0 = waktu aliran pembanding

ρ = massa jenis minyak

ρ_0 = massa jenis pembanding

Viskositas kinematis :

Viskositas kinematis merupakan suatu rasio antara viskositas absolut untuk kepadatan (*densitas*) dengan jumlah dimana tidak ada kekuatan yang terlibat. Viskostatis kinematik dapat dihitung dengan membagi *viskositas absolut* cairan dengan densitas massa cairan.

Konversi dari viskositas dinamis ke viskositas kinematis dengan persamaan berikut :

$$v = 6,7197 \cdot 10^{-4} \mu / y$$

dimana :

- v = viskositas kinematik (ft²/s)
- μ = viskositas absolut / dinamis (cP)
- y = berat spesifik (lb/ft³).

2.3.4 Titik Nyala (*Flash Point*)

Flash point adalah temperatur pada keadaan di mana uap di atas permukaan bahan bakar akan terbakar dengan cepat (meledak). *Flash Point* menunjukkan kemudahan bahan bakar untuk terbakar. Makin tinggi flash point, maka bahan bakar semakin sulit terbakar. Menurut Standar Nasional Indonesia memiliki batas standard minimal sebesar 100⁰C (Juanda, 2017).

2.3.5 Pengujian Gass Chromatography – Mass Spectrometry (GC - MS)

Kromatografi gas-spektrometri massa atau dikenal dengan GC-MS adalah metode kombinasi antara kromatografi gas dan spektrometri massa yang bertujuan untuk menganalisis berbagai senyawa dalam suatu sampel. Kromatografi gas dan spektrometri massa memiliki prinsip kerjanya masing masing, namun keduanya dapat digabungkan untuk mengidentifikasi suatu senyawa baik baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Kromatografi gas merupakan salah satu teknik kromatografi yang menggunakan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya. Kromatografi gas biasa digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang terdapat pada campuran gas dan juga menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase

gas. Metode ini merupakan salah satu pemisahan yang sekaligus dapat menganalisis senyawasenyawa organik maupun anorganik yang bersifat termostabil dan mudah menguap.

GC-MS adalah terdiri dari dua blok bangunan utama: kromatografi gas dan spektrometri massa. Kromatografi gas menggunakan kolom kapiler yang tergantung pada dimensi kolom itu (panjang, diameter, ketebalan film) serta sifat fase (misalnya 5% fenil polisiloksan). Perbedaan sifat kimia antara molekul-molekul yang berbeda dalam suatu campuran dipisahkan dari molekul dengan melewati sampel sepanjang kolom. Molekul-molekul memerlukan jumlah waktu yang berbeda (disebut waktu retensi) untuk keluar dari kromatografi gas, dan ini memungkinkan spektrometri massa untuk menangkap, ionisasi, mempercepat, membelokkan, dan mendeteksi molekul terionisasi secara terpisah. Spektrometri massa melakukan hal ini dengan memecah masing-masing molekul menjadi terionisasi mendeteksi fragmen menggunakan massa untuk mengisi rasio. (Hanny Setyuwati dkk, 2013)