STUDI PENDAHULUAN KONVERSI MINYAK KELAPA SAWIT *(PALM OIL)* MENJADI *GREEN DIESEL* SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF SECARA ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN ELEKTRODA Nikel-Grafit (Ni-C)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains S.Si. Program Studi Kimia pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta



Diajukan oleh :

TEGAR RAMADHAN

No. Mahasiswa : 16612119

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

STUDI PENDAHULUAN KONVERSI MINYAK KELAPA SAWIT *(PALM OIL)* MENJADI *GREEN DIESEL* SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF SECARA ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN ELEKTRODA Nikel-Grafit (Ni-C)

SKRIPSI

yang diajukan oleh:

TEGAR RAMADHAN

No. Mahasiswa : 16612119

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Pengujian Skripsi

Prodi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 01 September 2020

Dewan penguji	Tanda tangan
1. Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si, M.Si.	…….
2. Dr. Tatang Shabur Julianto, S.Si, M.Si.	……..
3. May Anugrahwati, S.Si, M.Sc.	…….
4. Muhammad Miqdam Musawwa, S.Si, M.Sc.	…….

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Prof. Riyanto, S. Pd., M.Si., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tegar Ramadhan

NIM : 16612119

Program Studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi Saya dengan judul Studi Pendahuluan Konversi Minyak Kelapa Sawit *(Palm Oil)* menjadi *Green Diesel* sebagai Bahan Bakar Alternatif secara Elektrolisis Menggunakan Elektroda Nikel-Grafit (Ni-C) bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang disebutkan didalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan didalam skripsi ini. Apabila kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 01 September 2020

Yang Menyatakan,



(Tegar Ramadhan)
NIM. 16612119

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillaa hirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir/Proposal Skripsi yang berjudul "**Studi Pendahuluan Konversi Minyak Kelapa Sawit *(Palm Oil)* menjadi *Green Diesel* Sebagai Bahan Bakar Alternatif secara Elektrolisis Menggunakan Elektroda Nikel-Grafit (Ni-C)**". Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Akhiirul anbiyaa' Nabiyallah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir/Proposal Skripsi merupakan salah satu mata kuliah wajib bagi mahasiswa semester VII Program Studi S-1 untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi metode elektrolisis untuk mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi suatu *green diesel* dan untuk mengetahui kondisi reaksi yang sesuai (metode pengadukan dengan sonikasi dan pengadukan konvensional, konsentrasi dan jenis elektrolit, waktu, dan potensial listrik) dalam mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* secara elektrolisis dengan nilai %konversi dan komposisi yang tinggi.

Proposal skripsi dapat terselesaikan hingga tersusunnya laporan ini, tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Fathul Wahid S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia..
2. Prof. Riyanto M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Dr. Dwiarso Rubiyanto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

4. Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Dr.Tatang Shabur Julianto, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama melakukan perencanaan, penelitian hingga penulisan skripsi ini.
5. Orangtua penulis yang sangat berjasa dan kakak-adik yang selama ini mendampingi serta senantiasa yang tiada hentinya mendoakan. Penulis sangat berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua penulis yang selalu tenang dalam menanggapi perihal skripsi ini karena yang paling penting adalah anaknya soleh.
6. Arlin, Nurul, Avta, Helmi, Febrian Sujatmiko, Putwi, Giri, Fernanda, Luqman, Toni, Afif, Liza, Embi, Dhilah, Khoi, Rifaldi dan mba Aul yang memberikan daya semangat juang dan ruang berbagi fikiran saya untuk memahami arti sebuah perjuangan. Sobat referensi dan keluarga JB yang senantiasa memberikan support baik moril ataupun materil yang karenanya saya terus menyusun karya mahasiswa ini.
7. Serta seluruh teman MER-G group, kawan-kawan kimia 2016 dan rekan-rekan satu event yang selalu memberikan dukungan baik lisan maupun tulisan yang membangun, doa yang tersirat dan ilmu yang bermanfaat.

Semoga Bapak/Ibu, Mas/Mba dan teman-teman selalu dalam keadaan sehat dan bahagia serta Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan dan senantiasa melimpahkan rahmat serta kasih sayang-Nya kepada kita semua. Aamiin Yaa Rabbal'alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 01 September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
INTISARI 1
ABSTRACT 3
BAB I PENDAHULUAN 4
1.1 Latar Belakang 4
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Tujuan Penelitian 7
1.4 Manfaat Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Sintesis *Green Diesel* 8
2.2 Elektrolisis *Green Diesel* 8
2.3 Elektrolisis Menggunakan Elektroda Nikel 9
BAB III DASAR TEORI 10
3.1 Minyak Nabati 10
3.2 Minyak Kelapa Sawit (*Palm Oil*) 11
3.3 Green Diesel 12
3.4 Elektrolisis 14
3.5 Elektroda Nikel 15
3.6 *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) 16
3.7 Reaksi Kolbe dan Non-Kolbe 17
3.8 Hipotesis 18
BAB IV METODE PENELITIAN 19
4.1 Alat dan Bahan 19
4.1.1 Alat 19
4.1.2 Bahan 19
4.2 Prosedur Kerja 19

4.2.1 Elektrolisis Minyak jelantah menjadi *Green Diesel* 19
4.2.2 Karakterisasi Produk Elektrolisis Menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)..... 19
4.2.3 Optimasi Kondisi Elektrolisis..... 20
4.2.4 Perhitungan % Konversi dan Komposisi 20
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 21
5.1 Karakterisasi Produk *Green Diesel* menggunakan *Gas Chromatograpy-Mass Spectrometry* (GC-MS) 21
5.2 Pengaruh Elektrolit Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel*..... 24
5.3 Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel* 27
5.4 Pengaruh Waktu Elektrolisis Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel* 28
5.5 Pengaruh Potensial Listrik Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel* 31
BAB VI PENUTUP 35
6.1 Kesimpulan..... 35
6.2 Saran 35
DAFTAR PUSTAKA 36
Lampiran 1. Perhitungan 40
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian..... 50
Lampiran 3. MS produk *Green Diesel* 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Konsumsi Energi Nasional 4
Gambar 2. Struktur Senyawa Trigliserida 11
Gambar 3. Prinsip Kerja GC-MS 16
Gambar 4. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit menggunakan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial litrik 3 V selama 2 jam dengan bantuan pengadukan sonikator 28
Gambar 5. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit menggunakan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial litrik 3 V selama 2 jam dengan bantuan pengadukan konvensional (*magnetic stirrer*).....28
Gambar 6. Produk elektrolisis menggunakan elektrolit NaOH 0,03 M selama 2 jam pada potensial listrik 3 V 32
Gambar 7. Produk *green diesel* (a) asam fosfat 0,03 M, (b) asam fosfat 0,3 M dan (c) asam fosfat 3 M 33
Gambar 8. Grafik produk *green diesel* yang dielektrolisis dengan variasi konsentrasi elektrolit 0,03 M; 0,3 M dan 3 M.....34
Gambar 9. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit pada potensial litrik 3 V, elektrolit asam fosfat 0,03 M, dengan variasi waktu (A) 2 jam, (B) 4 jam, dan (C) 6 jam 35
Gambar 10. Grafik Hasil elektrolisis *green diesel* menggunakan asam fosfat 0,03 M pada potensial listrik 3 V dengan variasi waktu 2, 4 dan 6 Jam.....36
Gambar 11. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit selama 2 jam, elektrolit asam fosfat 0,03 M, dengan variasi potensial listrik (A) 3 V, (B) 6 V, dan (C) 9 V.....38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Mineral ULSD, biodiesel dan *green diesel* (Holmgreen dkk, 2007) 20

Tabel 2. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis pada pengadukan sonikasi dan konvensional (*magnetic stirrer*) 29

Tabel 3. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis dengan variasi elektrolit asam fosfat dan natrium sulfat pada konsentrasi 0,03 M, potensial listrik 3 V serta waktu 2 jam.....31

Tabel 4. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis dengan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial listrik 3 V serta variasi waktu 2, 4 dan 6 jam.....37

Tabel 5. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis elektrolit asam fosfat 0,03 M pada waktu 2 jam serta variasi potensial listrik 3, 6 dan 9V 39

STUDI PENDAHULUAN KONVERSI MINYAK KELAPA SAWIT *(PALM OIL)* MENJADI *GREEN DIESEL* SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF SECARA ELEKTROLISIS MENGGUNAKAN ELEKTRODA Nikel-Grafit (Ni-C)

TEGAR RAMADHAN

No Mhs : 16612119

INTISARI

Minyak kelapa sawit merupakan minyak nabati yang memiliki komposisi asam lemak lebih banyak diantara minyak nabati lainnya. Umumnya asam lemak tersebut terikat pada gliserol atau trigliserida. Kebanyakan trigliserida dapat bereaksi dengan alkohol yang akan membentuk biodiesel dan apabila direaksikan dengan suatu asam akan membentuk senyawa lain. Senyawa tersebut dapat berupa *green diesel* dengan komposisi senyawa utama berupa senyawa hidrokarbon dengan C_{12}-C_{20} yang merupakan bahan bakar alternatif pengganti energi fosil dari jenis energi baru terbarukan (EBT). *Green diesel* merupakan bahan bakar transportasi generasi berikutnya setelah biodiesel yang muncul karena kebutuhan akan penggantian bahan bakar terbarukan yang sesuai dengan kemajuan otomotif yang ada.

Konversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* menggunakan metode elektrolisis menarik dilakukan karena sampai saat ini belum ada yang melaporkan sintesis *green diesel* dengan metode tersebut. Selain itu, metode elektrolisis merupakan metode yang sederhana sehingga berpotensi untuk diaplikasikan pada sintesis *green diesel*.

Pada penelitian ini, studi konversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* dilakukan menggunakan metode elektrolisis berbasis elektroda nikel (katoda) dan grafit (anoda). Elektrolisis dilakukan didalam *single chamber*, yang mana elektrolit, sampel dan elektroda berada dalam satu *chamber*. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa variasi seperti variasi konsentrasi dan jenis elektrolit, potensial reaksi, waktu reaksi serta metode sonikasi atau pengadukan konvensional agar dapat diketahui kondisi reaksi yang optimum untuk memperoleh *green diesel*. Hasil penelitian menunjukkan diperoleh produk *green diesel* dengan komposisi senyawa tetradecane ($C_{14}H_{30}$) dan nonadecane ($C_{19}H_{40}$) dengan %konversi masing-masing sebesar 2,51% dan 7,94% serta produk samping 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene ($C_{30}H_{50}$) sebesar 2,06% pada kondisi

reaksi dalam larutan asam fosfat 0,03 M dengan potensial listrik sebesar 3 V selama 2 jam.

Kata kunci :*Minyak kelapa sawit, green diesel, elektrolisis, elektroda nikel-grafit*

PRELIMINARY STUDY ON THE CONVERSION OF PALM OIL TO GREEN DIESEL AS ALTERNATIVE FUEL BY ELECTROLYSIS USING ELECTRODE Nickel-Graphite (Ni-C)

TEGAR RAMADHAN

No Mhs : 16612119

Abstract

Palm oil is a vegetable oil that has a higher fatty acid composition than other vegetable oils. Generally these fatty acids are bound to glycerol or triglycerides. Most triglycerides can react with alcohol to form biodiesel and when reacted with an acid will form other compounds. This compound can be in the form of green diesels with the main compound composition of hydrocarbons with C_{12}-C_{20} which is an alternative fuel to replace fossil energy from new renewable energy (EBT) types. Green diesel is the next generation of transportation fuel after biodiesel which emerged because of the need for renewable fuel replacement in accordance with existing automotive advances.

The conversion of palm oil to green diesel using the electrolysis method is interesting because until now no one has reported the synthesis of green diesel using this method. In addition, the electrolysis method is a simple method that has the potential to be applied to green diesel synthesis.

In this research, a study on the conversion of palm oil to green diesel was carried out using electrolysis methods based on nickel (cathode) and graphite (anode) electrodes. The electrolysis was carried out in a single chamber, where the electrolyte, sample and electrode were in one chamber. In this study, several variations were carried out such as variations in the concentration and type of electrolyte, reaction potential, reaction time and conventional sonication or stirring methods were carried out in order to determine the optimum reaction conditions to obtain green diesel. The results showed that a green diesel product was obtained with a composition of tetradecane ($C_{14}H_{30}$) and nonadecane ($C_{19}H_{40}$) compounds with a% conversion of 2.51% and 7.94% respectively and a byproduct of 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene. ($C_{30}H_{50}$) of 2.06% under reaction conditions in a 0.03 M phosphoric acid solution with an electric potential of 3 V for 2 hours.

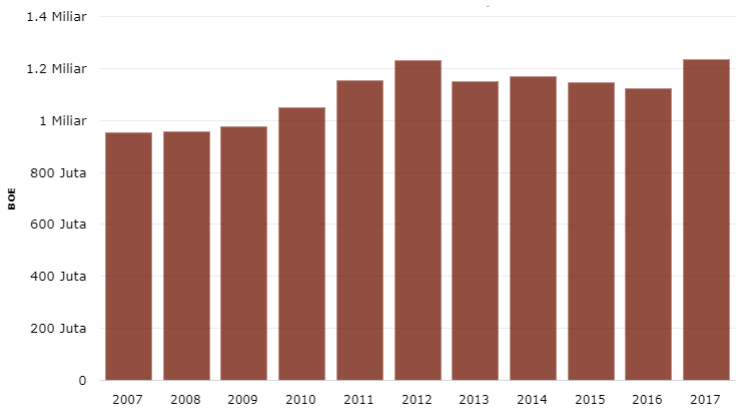
Keywords: Palm oil, green diesel, electrolysis, nickel-graphite electrodes

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan bahan bakar minyak di Indonesia sangat meningkat, dimana jumlah BBM yang dibutuhkan tidak seimbang dengan kebutuhan bahan bakar minyak. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM), tercatat konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 1,23 miliar*barrels oil equivalent* (BOE) naik 9% dari tahun sebelumnya. Dari jumlah tersebut yang berbentuk BBM mencapai 356,33 juta BOE atau 28,88% dari total konsumsi. Selanjutnya, terbesar kedua adalah dalam bentuk biomasa sebanyak 306,25 BOE atau 24,82%. Sedangkan konsumsi biofuel baru mencapai 79,43 juta BOE atau 6,44% dari total.



Gambar 1. Konsumsi Energi Nasional

(**Sumber** : Kementerian ESDM 2017)

Gambar 1 menunjukkan beberapa sektor dengan jumlah konsumsi energi yang tinggi terutama BBM yaitu sektor transportasi dengan pengguna BBM terbesar yaitu sekitar 82,9%. Sumbangan sektor transportasi tersebut terhadap peningkatan konsumsi BBM terutama transportasi darat hingga sebesar 5%/tahun, seiring dengan laju pertumbuhan kendaraan bermotor yang cukup signifikan, sekitar 11,5%. Akibat dari pemenuhan itu, sebagian besar kebutuhan BBM nasional terus meningkat dan terjadi peningkatan volume impor BBM hingga 46,5%.

Pasokan BBM di Indonesia banyak diperoleh dari energi fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT, 2018) pada tahun 1995 Indonesia memiliki cadangan minyak bumi sebesar 5,9 miliar barel menjadi 3,7 miliar barel pada tahun 2015. Dan diperkirakan terus menurun seiring dengan kemajuan teknologi di Indonesia tetapi tidak demikian dengan produksi minyak bumi.Selama periode tersebut angka produksi minyak bumi terbilang menurun sekitar 62% dari 329 juta barel menjadi 124 juta barel (Sugiyono dkk, 2013). Hal ini dipengaruhi beberapa faktor, yakni usia sumur minyak yang semakin tua serta menurunnya eksplorasi migas yang ada. Jika ini terus berlangsung, diperkirakan cadangan minyak bumi Indonesia akan habis dalam kurun waktu yang dekat.Begitu juga dengan cadangan energi lainnya. Oleh karena itu, sejak 1 September 2013 pemerintah menetapkan penjualan BBM jenis solar merupakan campuran dari biodiesel dengan persentasi 10% (B10), dan mulai April 2015 meningkat menjadi B15. Dengan begitu, pemerintah sangat mendukung dengan adanya produksi BBM dari energi baru terbarukan (EBT).

Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan BBM di Indonesia adalah dengan pengembangan bahan bakar alternatif ramah lingkungan (EBT) seperti biodiesel dan*green diesel*. Dari sejumlah aspek, *green diesel* dinilai memiliki prospek yang lebih baik disbanding biodiesel. Oleh karena itu, pemanfaatan *green diesel* sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui merupakan salah satu pilihan untuk dapat mengatasi besarnya tekanan kebutuhan BBM di Indonesia (Domahy, 2007).

Green diesel yang secara umum didefinisikan sebagai hidrokarbon yang diproduksi dari minyak nabati dengan melakukan beberapa reaksi kimia merupakan bahan bakar alternatif yang sangat potensial digunakan sebagai pengganti solar/gasolin karena kemiripan karakteristiknya. Komposisi senyawa penyusun *green diesel* sama dengan solar, keduanya hanya berbeda pada sumbernya, dimana solar bersumber dari minyak bumi sedangkan *green diesel* bersumbers dari minyak nabati. *Green diesel* berbeda dengan biodiesel, dimana perbedaan yang dominan terletak pada strukturnya yaitu *green diesel* berupa hidrokarbon sedangkan pada biodiesel terdapat gugus ester yang diperoleh dari

reaksi esterifikasi dan/atau transesterifikasi (Sartika, 2015). Hal tersebut yang membuat biodiesel memiliki kandungan energi 10% lebih rendah dibandingkan dengan solar yang menyebabkan produk biodiesel hanya dapat digunakan oleh mesin kendaraan apabila dicampur dengan minyak diesel fosil (solar) dengan perbandingan (30:70) (Darmawan, 2013). Oleh karena itu, *green diesel* yang diproduksi dari minyak nabati khususnya minyak kelapa sawit berpotensi tinggi untuk dapat menggantikan biodiesel.

Minyak nabati dan asam lemak telah terbukti dapat dikonversi menjadi *green diesel* dengan beberapa metode seperti *hydroprocessing* dan *hydrotreating*, (Holmgren dkk., 2007 ; Song Chen, 2012). Akan tetapi metode-metode tersebut membutuhkan gas hidrogen dan temperatur yang tinggi untuk memperoleh *green diesel* (Kubickova dan Kubicka, 2010), sehingga membutuhkan biaya produksi yang tinggi. Salah satu metode yang sedang banyak dikembangkan dalam bidang sintesis organik yaitu metode elektrokimia (elektrolisis) (Waldvogel dkk, 2014). Sintesis senyawa organik dengan metode elektrolisis memiliki banyak keunggulan, seperti dapat dihasilkan produk dengan selektivitas yang tinggi, ramah lingkungan serta biaya produksi yang sangat minim. Menurut Santos dkk (2015) metode elektrolisis cocok digunakan sebagai metode pembuatan diesel seperti olefin menggunakan elektroda Pt-C dalam elektrolit KOH 0,03 M dan pengadukan secara sonikasi. Pada tahun 1943, Campbell dan Young berhasil mereduksi asam oleat menjadi Z-Olefin menggunakan elektroda nikel dan asam sulfat sebagai analit. Akan tetapi, kedua penelitian tersebut tidak mencantumkan angka %komposisi dan %konversi dari produknya, sehingga dilakukan penelitian studi konversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* menggunakan elektroda nikel-grafit dan pengadukan secara konvensional (*magnetic stirrer*).

Pada penelitian ini dilakukan studi proses konversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* secara elektrolisis menggunakan elektroda nikel-grafit (Ni-C), dimana Ni sebagai katoda dan C sebagai anoda, dengan melakukan beberapa variasi seperti (variasi metode pengadukan dengan sonikasi dan pengadukan konvensional, variasi konsentrasi dan jenis elektrolit, variasi waktu, dan variasi potensial listrik).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi metode elektrolisis untuk mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi senyawa *green diesel* menggunakan elektroda Ni-C ?
2. Bagaimana kondisi reaksi yang sesuai (metode pengadukan dengan sonikasi dan pengadukan konvensional, konsentrasi dan jenis elektrolit, waktu, dan potensial listrik) untuk dapat mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi senyawa *green diesel* secara elektrolisis dengan % konversi dan komposisi yang tinggi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah tersebut, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui potensi metode elektrolisis untuk mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi suatu *green diesel*.
2. Untuk mengetahui kondisi reaksi yang sesuai (metode pengadukan dengan sonikasi dan pengadukan konvensional, konsentrasi dan jenis elektrolit, waktu, dan potensial listrik) untuk dapat mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* secara elektrolisis dengan nilai %konversi dan komposisi yang tinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh pengetahuan tentang potensi aplikasi metode elektrokimia untuk mensintesis suatu senyawa organik
2. Memperoleh metode baru yang lebih efisien dan efektif dalam mensintesis minyak kelapa sawit menjadi *green diesel*
3. Dengan ditemukannya metode baru untuk mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel*, maka diharapkan akan meningkatkan jumlah bahan bakar alternatif dari minyak nabati.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sintesis *Green Diesel*

Berbagai kajian dan penelitian mengenai sintesis *green diesel* yang telah dilakukan menggunakan beberapa macam metode diantaranya yaitu *hydroprocessing* (Holmgren dkk, 2007; Chen, 2012), *Biphasic sonoelectrosynthesis* (Wadhawan dkk, 2001), metode sintesis elektrokimia (elektrolisis) (Santos dkk, 2015). Sintesis *green diesel* pertama kali dilakukan pada tahun 2007 oleh Holmgren dan rekannya menggunakan metode *hydroprocessing*. Dimana digunakan hidrogen untuk mengilangkan oksigen yang terdapat pada trigliserida untuk dapat membentuk *green diesel*. Oksigen dihilangkan dengan dua reaksi yaitu dekarboksilasi (non-kolbe) dan hidrooksigenasi. Dalam penelitiannya untuk mendapatkan *green diesel* berbentuk olefin atau paraffin diperlukan proses yang panjang melalui proses pembuatan didalam reactor, pemisahan gas CO/CO_2 hingga produk *green diesel*. Kemudian pada tahun 2012 (Boyas, dkk) melakukan hidrokonversi trigliserida menjadi *green diesel* dengan beberapa tahapan yakni *hydrocracking* dan *hydrotreating*. Dimana pada proses *hydrocracking* melibatkan hidrogenasi destruktif menggunakan alumina-silikat, *silicoaluminophosphate* (SAPO) dan pendukung kristal (*zeolite*) sedangkan proses *hydrotreating* melibatkan hidrogenasi non-destruktif menggunakan katalis Ni-Mo dan Co-Mo. Kedua penelitian masih menggunakan metode konvensional yang dapat memakan waktu yang lama serta membutuhkan biaya produksi yang besar.

2.2 Elektrolisis *Green Diesel*

Pada penelitian Santos dkk (2015) tersebut dilakukan sintesis *green diesel* dari trigliserida secara elektrolisis dengan bantuan ultrasonik. Dimana elektrolisis dilakukan menggunakan elektroda Pt-C dalam larutan elektrolit KOH dengan tegangan DC sebesar 3 V selama 2 jam berhasil menghasilkan diesel seperti olefin. Namun dalam penelitiannya tidak diketahui % konversi dan % kemurniannya.

Dibandingkan dengan beberapa metode sintesis *green diesel* yang ada metode elektrolisis merupakan salah satu metode yang memiliki beberapa keunggulan yaitu metodenya sederhana, penggunaan energi yang sedikit, memiliki efisiensi waktu yang tinggi serta menggunakan bahan yang ramah lingkungan.

2.3 Elektrolisis Menggunakan Elektroda Nikel

Pada 1943, Campbell dan Young telah melakukan reduksi asam oleat menjadi Z-Olefin menggunakan elektroda nikel sebagai katoda dan asam sulfat sebagai analit pada arus 2 A. Reduksi alkalin pada proses ini banyak menghasilkan senyawa alkana dikarenakan penggunaan larutan asam sulfat sebagai analit sehingga dibutuhkan elektroda dengan voltase yang rendah seperti nikel dan platina. Oleh karena itu, Santos dkk (2015) telah melakukan sonoelektrolisis trigliserida atau asam lemak menggunakan elektroda platina-karbon (Pt-C) menghasilkan alkena dengan *energy input* sebesar 18 kJ/g dan *Fuel energy output* sebesar 42 kJ/g.

Pada penelitian Campbell dan young (1943) dan Santos, dkk (2015) dilakukan sintesis senyawa alkana (*green diesel*) dari trigliserida dan asam oleat.Namun dalam penelitiannya, belum dilakukan analisis hasil *green diesel*dengan variasi metode sonikator dan *magnetic stirrer*, variasi elektrolit, konsentrasi elektrolit, potensial listrik dan waktu elektrolisis.

BAB III

DASAR TEORI

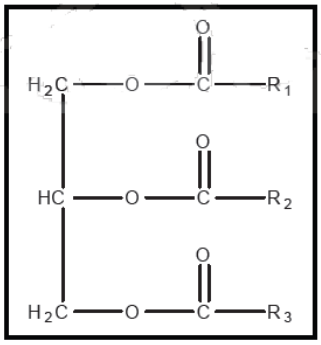
3.1 Minyak Nabati

Minyak nabati merupakan senyawa organik yang terdapat di alam dan tak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik dan non polar seperti senyawa hidrokarbon atau dietil eter, minyak nabati masuk ke dalam golongan lipid. Minyak bumi maupun nabati memiliki komposisi utama berupa senyawa gliserida dan asam lemak dengan rantai C-nya yang panjang (Wijayanti, 2008).

Minyak nabati umumnya mengandung 90-98% tiga molekul asam lemak yang terikat pada gliserol atau trigliserida. Kebanyakan trigliserida yang terdapat di alam merupakan trigliserida campuran yang artinya, ketiga bagian asam lemak dari trigliserida tidak sama. Bila terdapat ikatan tak jenuh, maka asam lemak dengan panjang rantai yang sama akan memiliki titik cair yang lebih kecil(Feliska, 2005). Semakin panjang rantai atom C asam lemak, maka titik cair akan semakin tinggi dan semakin tinggi pula kestabilan trigliserida dari asam lemak itu terhadap polimerisasi dan oksidasi spontan (Ketaren, 2005).

Menurut Feliska (2005) terdapat beberapa macam asam lemak yang sering ditemukan dalam minyak nabati yaitu asam stearat, palmitat, oleat, linoleat, dan linolenat. Sedangkan fosfolipida, fosfatida, karoten, tokoferol, dan senyawa belerang juga terkandung dalam minyak nabati walaupun jumlahnya sedikit sekitar 1-5% (Supardan, 2011).

Trigliserida memiliki struktur dengan R_1, R_2, R_3 yang sama maupun berbeda-beda tergantung dari sifat suatu minyak. Rantai R_1, R_2, R_3 inilah yang digunakan untuk membedakan sifat suatu minyak dengan minyak lain. Struktur umum dari trigliserida adalah sebagai berikut (McMurry, 2000; Fessenden dan Fessenden, 1986).



Gambar 2. Struktur kimia trigliserida

Umumnya trigliserida dapat bereaksi dengan alkohol yang menghasilkan gliserol dan *Fatty Acids Methyl Ester* (FAME) melalui reaksi transesterifikasi atau esterifikasi (Leung dkk, 2010). Apabila bereaksi dengan suatu asam maka dapat membentuk senyawa jenis lain selain FAME seperti hidrokarbon (Aransiola dkk, 2014).

3.2 Minyak Kelapa Sawit (*Palm Oil*)

Minyak kelapa sawit atau sering disebut minyak sawit merupakan minyak yang paling unik di antara minyak nabati lainnya karena memiliki kandungan asam jenuh yang lebih besar 10-16% dari minyak lainnya, kemudian trigliserida, digliserida dan asam lemak bebas (Koushki dkk, 2015) serta memiliki asam lemak tidak jenuh sebesar 50,2% (Kasmudjiastuti dkk, 2018). Minyak kelapa sawit 90% digunakan dalam industri makanan dan 10% untuk aplikasi pembuatan sabun dan pabrik Oleochemichal (Adam dan Moss, 2008).

Kandungan asam lemak dalam minyak sawit berupa asam palmitat (44%), asam linoleat (10%), dan asam oleat (39%) serta mengandung beberapa glikolipida, karotenoi (α-β karoten), sterol (β-sterol) dan tokoferol (γ-tokotrienol).

Minyak kelapa sawit memiliki dua fraksi besar yang didasarkan pada titik leburnya yaitu olein (minyak fraksi cair) dan stearin (minyak fraksi padat) (Wijayanti, 2008). Titik lebur dari minyak sawit bergantung pada kadar trigliseridanya yang memiliki rantai asam lemak berbeda-beda (Kasmudjiastuti dkk, 2018). Selain itu, minyak sawit merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan juga memiliki sifat yang dapat melapisi logam dalam keadaan basah atau lembab, dapat dengan mudah membentuk emulsi

dengan air, dan asam-asam lemak yang terkandung merupakan rantai panjang sehingga tidak mudah menguap (Wijayanti, 2008).

3.3 Green Diesel

*Green diesel*sama seperti biodiesel, yaitu bahan bakar transportasi generasi berikutnya yang muncul karena kebutuhan akan penggantian bahan bakar terbarukan yang sesuai dengan kemajuan otomotif yang ada (Hoekman, 2009). *Green diesel* atau diesel terbarukan adalah campuran hidrokarbon seperti diesel yang dihasilkan melalui katalitik yang melibatkan proses hidroprosesor dan atau dekarboksilasi / dekarbonilasi trigliserida dari berbagai bahan baku nabati (Simakova dkk, 2009). Sementara hidrodeoksigenasi menghilangkan oksigen dengan mereaksikan trigliserida dan FFA dengan hidrogen untuk membentuk air dan n-Parafin, dekarboksilasi atau dekarbonilasi menghilangkan oksigen menjadi bentuk karbon dioksida atau karbon monoksida dan n-parafin (Sari, 2013). Hal ini mengarah pada produk diesel yang tidak dapat dibedakan dari minyak bumi sedangkan biodiesel terutama terdiri dari oksigen yang dapat memiliki sifat yang sangat berbeda dari diesel minyak bumi tradisional (Smith dkk, 2009; Hoekman, 2009).

Meskipun *green diesel* atau biodiesel merupakan bahan bakar transportasi cair yang diturunkan dari lemak nabati, tetapi ada perbedaan yang signifikan diantara keduanya. Perbedaan pertama adalah struktur molekul keduanya berbeda dimana biodiesel terdiri dari alkil ester sedangkan *green diesel* terdiri dari hidrokarbon. Oleh karena itu, *green diesel* tidak memiliki molekul berbasis oksigen yang menyebabkan karakteristik *green diesel* dapat menghasilkan nilai panas tinggi dan kepadatan energi tinggi. Kedua, *green diesel* memiliki angka setana yang sangat tinggi (80-90) sedangkan biodiesel memiliki angka setana yang lebih kecil. Ketiga, *green diesel* memiliki emisi NOx lebih rendah dibandingkan dengan biodiesel (Sari, 2013). Menurut Busch (2008) yang termasuk ke dalam *green diesel* yaitu suatu hidrokarbon dengan jumlah rantai karbon (C_{15}-C_{20}) seperti olefin.

Green diesel merupakan hasil reaksi dari konversi minyak nabati menjadi hidrokarbon (*alkane*) setara minyak diesel yang diperoleh dari minyak bumi. *Green diesel* atau biodiesel generasi 2 (G2) memiliki kelebihan yang paling

menonjol dibandingkan generasi sebelumnya yaitu memiliki bilangan *cetane* 20-50 lebih tinggi sehingga produk yang dihasilkan dapat langsung dipakai tanpa harus ditambah dengan solar hasil minyak bumi (Salamah dan Setyawan, 2017). Selain itu, produk *green diesel* memiliki spesifikasi yang sangat baik dan sangat mirip dengan produk diesel yang diproduksi melalui proses *Fischer-Tropsch* (Holmgren dkk, 2007). Berikut merupakan komparasi spesifikasi *green diesel* dengan biodiesel (FAME) dan *Ultra Low Sulfur Diesel* (ULSD) mineral.

Tabel 1.Perbandingan Mineral ULSD, biodiesel dan *green diesel* (Holmgren dkk, 2007)

Keterangan	Mineral ULSD	Biodiesel (FAME)	*Green Diesel*
Oksigen (%)	0	11	0
Berat Jenis	0.84	0.88	0.78
Sulfur (ppm)	<10	<1	<1
Nilai Kalor (MJ/Kg)	43	38	44
Distilasi ℃	200-350	340-335	265-320
Cloud Point, ℃	-5	-5 sd 15	-10 sd 20
Cetane Number	40	50-65	70-90
Stabilitas	Baik	Kurang Baik	Baik

Metode yang sering digunakan untuk memproduksi *green diesel* adalah hidrogenasi. Menurut Salamah dan Setyawan, (2017), hidrogenasi merupakan salah satu reaksi pembuatan *green diesel* yang memerlukan gas hidrogen dan berlangsung pada tekanan 10 atm dan temperatur diatas 200˚C. Proses tersebut dianggap lebih efisien karena dapat menghasilkan sedikit limbah dengan produk green diesel, propana, karbon dioksida dan air. Hal tersebut akan berhasil apabila menggunakan reaktor yang cocok terhadap bahan utama gas hidrogen yang mana mudah terbakar (*Flammable*) dan akan terbakar dengan sendiri pada temperatur diatas 571˚C. Oleh karena itu, pemilihan bahan reaktor harus diperhatikan agar

tidak terjadi kebocoran selama proses pembuatan *green diesel*. Bahan reaktor dengan kualitas yang bagus memiliki harga yang tinggi sehingga membutuhkan biaya lebih untuk memproduksi *green diesel*.

Saat ini *green diesel* banyak diproduksi untuk tujuan komersial agar memenuhi kebutuhan energi saat ini (Prakoso, dkk., 2015). Pada tahun 2008 *green diesel* sudah diproduksi secara industri oleh Neste Oil di Finlandia yang memiliki dua pabrik dengan kapasitas gabungan 170.000 ton/tahun. Neste Oil memproduksi *green diesel* menggunakan proses *hydrogenates* dari asam lemak atau minyak (Simakova dkk, 2009). Selain itu, pada tahun 2009 Italia memperkenalkan teknologi *hydroprocessing* katalitik untuk mengubah minyak nabati menjadi green diesel (Sari, 2013).

Rute alternatif untuk proses produksi *green diesel* adalah metode *hydrotreating/ hydroprocessing* dimana telah terbukti menghasilkan alkana cair "*green diesel*", yang cocok untuk aplikasi diesel dan bahan bakar jet. Akan tetapi proses ini membutuhkan hidrogen pada tekanan tinggi dan suhu reaksi yang tinggi. Dalam hal ini, sintesis elektroorganik yang mematuhi aturan kimia hijau sangat cocok digunakan untuk produksi *green diesel* selanjutnya. Karena menawarkan potensi besar untuk produksi bahan bakar dan bahan kimia yang berkelanjutan dari biomassa dengan lebih efisien (Sari, 2013).

3.4 Elektrolisis

Penggunaan daya listrik untuk menggerakan reaksi bahan kimia atau sintesis bahan kimia dengan bantuan daya listrik biasa disebut elektrolisis. Elektrolisis membutuhkan reaksi redoks (reduksi-oksidasi) dengan dua elektroda yang dapat terdiri dari bahan yang sama atau berbeda. Satu elektroda disebut anoda (reaksi oksidasi terjadi) dan yang lainnya adalah katoda (reaksi reduksi terjadi) (Wagner, 2012). Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media pengantar pada sel elektrokimia (Ridwan, 2016).

Sel elektrokimia membutuhkan konduktor listrik dan ionik. Dalam elektrolisis konduktor listrik biasanya berupa kawat logam yang dihubungkan ke sumber listrik eksternal, yang memungkinkan elektron mengalir antara anoda dan katoda dengan resistansi minimum. Sedangkan konduktor ionik biasanya

merupakan larutan dengan ion di dalamnya, atau dikenal sebagai elektrolit. Elektrolit ini mengalirkan arus melalui reaksi kimia dari ion-ion di permukaan elektroda, yang secara inheren memberikan beberapa perlawanan di sel karena adanya transfer massa dan keterbatasan kinetika reaksi. Tegangan eksternal juga diperlukan untuk mendorong reaksi dalam elektrolisis, sama seperti energi aktivasi diperlukan untuk mendorong sebagian besar reaksi kimia (Wagner, 2012).

Elektrosintesis menggunakan energi listrik dari luar untuk menggerakkan suatu reaksi kimia sehingga dihasilkan produk senyawa kimia tertentu. Elektrosintesis menggunakan konsep sel elektrolisis, yaitu suatu senyawa kimia dalam sel elektrolisis ketika diberikan tegangan listrik tertentu dari luar maka senyawa kimia tersebut akan mengalami oksidasi atau reduksi. Potensial listrik di mana senyawa kimia teroksidasi atau tereduksi tertentu untuk setiap senyawa. Metode elektrosintesis dapat menghasilkan produk yang spesifik melalui reaksi yang selektif dengan cara mengontrol tegangan listrik elektroda, kondisi larutan (pelarut/elektrolit, pH, dan konsentrasi reaktan), dan menggunakan jenis material elektroda yang tepat (Fleischmann dan Pletcher, 1969). Elektroda logam seperti platina, nikel, tembaga, dan emas sering digunakan pada proses elektrosintesis karena selain berfungsi sebagai elektroda juga memberikan efek katalitik (elektrokatalis).

3.5 Elektroda Nikel

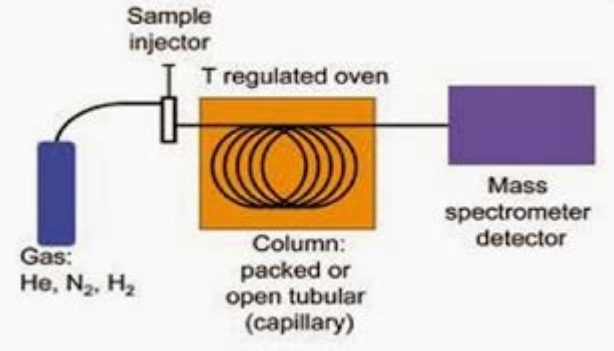
Nikel digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri, seperti : pelindung baja (*stainless steel*), pelindung terbaga, industri baterai, elektronik, aplikasi industri pesawat terbang, industri tekstil, turbin pembangkit listrik bertenaga gas, pembuat magnet kuat, pembuatan alat-alat laboratorium (nikron), kawat lampu listrik, katalisator lemak, pupuk pertanian, dan berbagai fungsi lain (Gerbang J L. 2005). Selain itu, nikel juga banyak digunakan dalam ranah penelitian yakni sebagai katalis. Menurut Sonmes dkk (2013) minyak sawit dapat dikonversi menjadi lemak plastis dengan metode hidrogenasi menggunakan katalis nikel untuk mempercepat reaksinya. Nikel juga telah digunakan untuk memodifikasi lemak menjadi hidroolefin (Miazga, 2008).

Pada penelitian ini nikel digunakan sebagai elektroda di katoda, untuk dapat mereduksi asam lemak tak jenuh menjadi *green diesel* dalam elektrolit

asam. Selain itu elektroda nikel digunakan juga sebagai katalis untuk mempercepat reaksinya.

3.6 *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS)

James dan Martin memperkenalkan teknik GC pertama kali pada tahun 1952 (Sparkman *et al.*, 2011), yang seiring dengan perkembangan teknologi teknik GC sering digunakan secara bersama-sama dengan instrumen lain seperti *Mass-Spectrometer* (MS). GC merupakan salah satu teknik kromatografi yang hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap. Sedangkan MS merupakan spektrometer massa yang diperlukan untuk identifikasi senyawa sebagai penentu bobot molekul dan penentuan rumus molekul (Darmapatni dkk, 2016).



Gambar 3. Prinsip Kerja GC-MS

Instrumen GC-MS terdiri dari dua komponen utama. Bagian kromatografi gas memisahkan senyawa berbeda dalam sampel menjadi sinyal bahan kimia murni berdasarkan volatilitasnya dengan mengalirkan gas inert (fase gerak), yang membawa sampel, melalui fase diam yang ditetapkan di kolom (Skoog et al., 2007). Spektrum senyawa dikumpulkan saat mereka keluar dari kolom kromatografi oleh spektrometer massa, yang mengidentifikasi dan mengkuantifikasi bahan kimia menurut rasio massa terhadap muatannya (m / z). Spektrum ini kemudian dapat disimpan di komputer.

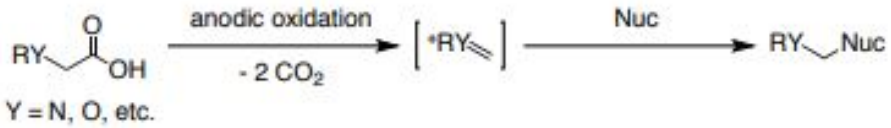
Informasi yang diperoleh dari spektrum MS adalah berat ion, yakni massa molekul isolat ditambah atau dikurangi sumber ion. Berat ion biasanya disajikan dalam $[M+H]^+$ atau $[M+OH]^-$ atau dalam bentuk radikal $[M^{\cdot}]^+$ (Silverstein, 1981). Dalam spektrofotmeter massa reaksi pertama suatu molekul

adalah ionisasi pelepasan sebuah elektron, yang menghasikan ion molekul. Elektron dalam orbital yang berenergi tinggi akan terlepas lebih awal, jika suatu molekul memiliki elektron-elektron n maka salah satunya akan terlepas. Jika tidak terdapat elektron n, maka elektron pi (π) akan dilepaskan. Jika tidak terdapat elektron n dan elektron π maka ion molekul yang terbentuk dengan melepas sebuah elektron sigma (σ) (Nauli., 2002). Setelah ionisasi awal, ion molekul akan mengalami fragmentasi, yaitu proses pelepasan radikal-radikal bebas atau molekul netral kecil dilepaskan dari ion molekul tersebut. Ion molekul tersebut tidak terpecah secara acak melainkan membentuk fragmen (ion molekul) yang stabil (Nauli.,2002; Saifudin., 2014).

3.7 ReaksiKolbe dan Non-Kolbe

Reaksi ini pertama kali ditemukan oleh Herman Kolbe dan Rudolf Schmitt pada tahun 1873 dimana mereka mensintesis asam salisilat dari fenol dan natrium hidroksida. Reaksi Kolbe atau Kolbe-Schmitt sering juga disebut sebagai reaksi karboksilasi dimana akan membentuk senyawa jenis asam salisilat dari reaksi karboksilasi fenoksida logam alkali dengan karbon dioksida (Kosugi dkk, 2003). Selain terbentuk asam salisilat, pada reaksi ini juga akan terbentuk produk samping berupa air (H_2O) (US Patent No. 4.376.867, 1983).

Berbeda dengan reaksi non-kolbe, reaksi ini merupakan proses pembuatan karbokation dengan oksidasi karboksilat (Geneste dkk, 2002). Proses non-kolbe didasarkan pada oksidasi karboksilat dimana karbokation yang dihasilkan dapat bereaksi dengan larutan (Galicia dan Gonzalez, 2002). Berikut merupakan reaksi yang dihasilkan dari proses non-kolbe :



Reaksi ini banyak dikembangkan sebagai penelitian dasar di bidang elektrokimia dengan teknologi baru yang ramah lingkungan. Menurut Schafer (2012) asam lemak dapat didekarboksilasi di anoda untuk membentuk radikal kemudian di oksidasi menjadi karbokation melalui reaksi non-kolbe agar terbentuk produk eter, ester, alkohol, hidrokarbon dan yang lainnya. Dalam

penelitian Liu dkk (2018) berhasil mengubah asam valerat menjadi eter dan ester dalam methanol menggunakan elektroda BDD dan menghasilkan produk samping berupa hidrokarbon.

3.8 Hipotesis

Studi konversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* dapat dilakukan menggunakan metode elektrokimia yaitu elektrolisis. Dengan mengoptimasi kondisi reaksi meliputi metode pengadukan dengan sonikasi dan pengadukan konvensional, konsentrasi dan jenis elektrolit, waktu reaksi, dan potensial listrik yang digunakan maka akan dicapai produk *green diesel* dengan % konversi yang tinggi dan dengan % komposisi yang tinggi.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), neraca analitik, elektroda nikel, elektroda karbon grafit, DC Power, sel elektrokimia, dan sejumlah alat gelas.

4.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan asam fosfat (H_3PO_4), natrium sulfat (Na_2SO_4), natrium hidroksida (NaOH), minyak kelapa sawit (Bimoli), tisu dan aquades.

4.2 Prosedur Kerja

4.2.1 Elektrolisis Minyak Kelapa Sawit menjadi *Green Diesel*

Sel elektrokimia yang digunakan untuk elektrolisis terdiri dari katoda nikel (Ni) dan anoda grafit (C). Sebanyak 27 mL minyak kelapa sawit dimasukkan ke dalam gelas beker 50 mL lalu ditambahkan larutan elektrolit asam fosfat 0,03 M sebanyak 3 mL.Setelah itu dipasang elektroda Ni-C dan disambungkan ke DC Power, kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dan diatur potensial listriknya pada 3 V selama 2 jam reaksi. Setelah di elektrolisis, terbentuk dua lapisan lalu dipisahkan fraksi *green diesel* (lapisan atas) dan fraksi gliserol (lapisan bawah) untuk dilakukan uji GC-MS.

4.2.2 Karakterisasi Produk Elektrolisis Menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)

Larutan Produk hasil elektrolisis dikarakterisasi menggunakan GC-MS untuk mengetahui komponen senyawa yang terdapat didalamnya dengan adanya suatu senyawa hidrokarbon.

4.2.3 Optimasi Kondisi Elektrolisis

Untuk mendapatkan hasil *green diesel* dengan % konversi dan % kemurnian yang tinggi, maka dilakukan optimasi kondisi elektrolisis. Optimasi dilakukan meliputi variasi pengadukan secara sonikasi dan pengadukan konvensional, variasi jenis elektrolit (asam fosfat (H_3PO_4), natrium sulfat (Na_2SO_4) dan natrium hidroksida (NaOH)), variasi konsentrasi elektrolit (0,03 M; 0,3 M dan 3 M), variasi waktu elektrolisis (2, 4 dan 6 jam), sertavariasi potensial listrik (3 V, 6 V dan 9 V).

4.2.4 Perhitungan % Konversi dan Komposisi

Perhitungan % konversi dan komposisi untuk melihat seberapa optimal reaksi yang terjadi dengan metode yang digunakan dalam bentuk angka yang dihitung berdasarkan persamaan (1) dan (2) (Liu dkk, 2018).

$$\%\text{Konversi} = \frac{\text{Luas area produk}}{\text{total luas area}} \times 100\% \qquad (1)$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{\text{Luas area produk}}{\text{total luas area+luas area sisa alkana}} \times 100\% \qquad (2)$$

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

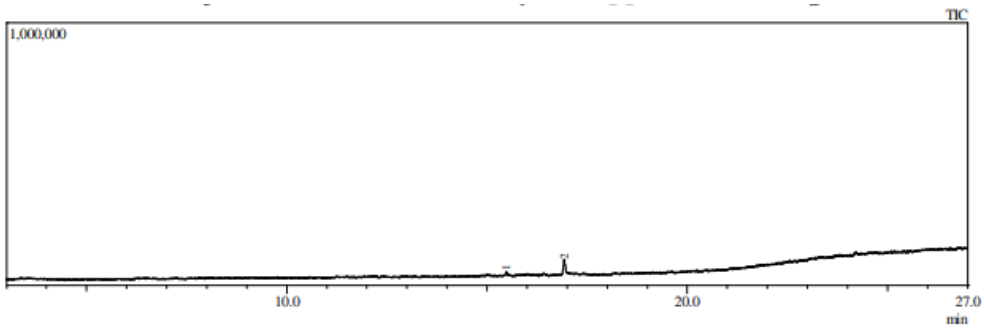
Pada penelitian ini dilakukan studi pendahuluan mengenai konversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* menggunakan metode elektrolisis dengan elektroda nikel-grafit (Ni-C). Berbagai macam metode sintesis telah digunakan dengan hasil yang bervariasi, tetapi elektrolisis merupakan metode yang sangat sederhana dengan minimnya limbah yang dihasilkan. Seiring berjalannya waktu, pakar otomotif menyatakan bahwa biodiesel dianggap kurang bagus untuk mesin dan banyak merusak mesin. Sehingga para peneliti dunia berlomba-lomba untuk mengembangkan bahan bakar baru yang lebih efisien salah satunya *green diesel*.

Metode elektrolisis digunakan karena lebih efisien dalam segi waktu, biaya produksi dan keamanan. Selain itu metode ini telah digunakan oleh Santos dkk (2015) dengan menghasilkan alkena dari trigliserida menggunakan elektroda platina-karbon (Pt-C) menggunakan elektrolit KOH. Penelitian ini dilakukan beberapa variasi seperti pengadukan secara sonikasi dan konvensional, jenis elektrolit dan konsentrasi elektrolit, variasi waktu, dan variasi potensial listrik. Variasi ini ditujukan agar diperoleh hasil *green diesel* yang optimal untuk melakukan elektrolisis. Kondisi elektrolisis awal dilakukan mengacu pada penelitian Santos dkk (2015) dengan perubahan jenis elektrolitnya, dimana pada penelitian ini dilakukan elektrolisis dalam elektrolit asam fosfat 0,03M selama 2 jam dengan bantuan pengadukan *magnetic stirrer* dan sonikasi.

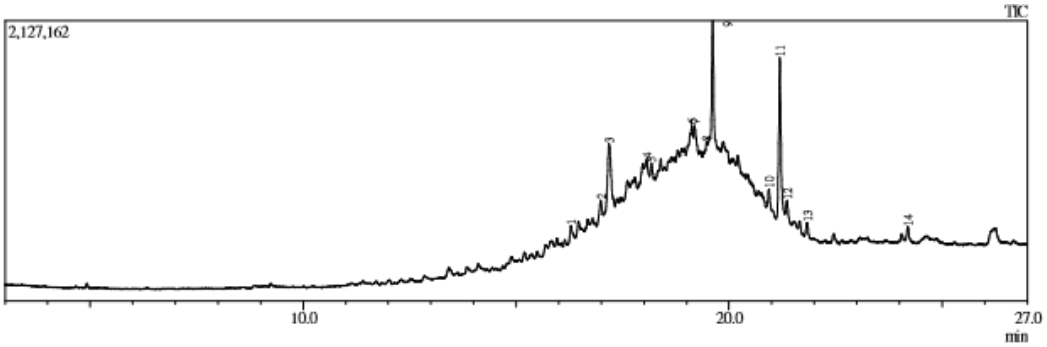
5.1 Karakterisasi Produk *Green Diesel* menggunakan *Gas Chromatograpy-Mass Spectrometry*(GC-MS)

Produk hasil elektrolisis dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengetahui senyawa jenis *green diesel* dari berbagai variasi seperti variasi pengadukan secara sonikasi dan konvensional (*magnetic stirrer*), jenis dan konsentrasi elektrolit, variasi waktu dan variasi potensial listrik. Penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Santos dkk (2015) yang melakukan penelitian terhadap produk *green diesel* menggunakan metode elektrolisis dengan elektrolit KOH 0,03 M dan elektroda platina-grafit (Pt-C) pada tegangan 3 volt

selama 2 jam dan menggunakanpengadukan sonikator. Elektrolit KOH merupakan elektrolit basa dan elektrolit kuat yang dapat menghantarkan listrik dengan baik sehingga cocok digunakan dalam elektrolisis guna menghasilkan banyak ion yang dapat mengurai H_2O menjadi kation dan anion. Tahap awal penelitian ini adalah melakukan percobaan yang serupa tetapi menggunakan elektrolit asam fosfat dan katoda Ni, serta dievaluasi sistem pengadukan dengan sonikator dan *magnetic stirrer*. Tabel 1 menyajikan hasil analisis GC-MS *green diesel* yang dihasilkan dari proses elektrolisis dengan kondisi elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial 3 V selama 2 jam dengan bantuan pengadukan sonikasi dan pengadukan konvensional (*magnetic stirrer*).



Gambar 4. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit menggunakan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial litrik 3 V selama 2 jam dengan bantuan pengadukan sonikasi



Gambar 5. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit menggunakan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial litrik 3 V selama 2 jam dengan bantuan pengadukan konvensional (*magnetic stirrer*)

Gambar 4 dan 5, menunjukan bahwa produk *green diesel* dengan metode pengadukan konvensional menghasilkan 14 puncak dari jenis senyawa berbeda, sedangkan pada metode pengadukan sonikasi hanya memperoleh satu jenis senyawa (Santos dkk., 2015). Pengadukan konvensional telah banyak dilakukan

oleh peneliti dalam konversi minyak kelapa sawit atau trigliserida menjadi biodiesel dengan nilai %konversi yang tinggi (Putra dkk., 2015). Selain itu, proses konversi dengan pengadukan sonikator dilakukan dengan waktu yang singkat yaitu setiap 5 menit sekali dalam 30 menit dan dilakukan dalam skala yang kecil. Sehingga dapat memicu kurang maksimalnya elektroda dan elektrolit bekerja dengan sempurna (Campbell dan Young., 1943). Secara lengkap produk yang diperoleh dari kedua kromatogram Gambar 4 dan 5 disajikan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis pada pengadukan sonikasi dan konvensional (*magnetic stirrer*)

Metode pengadukan	Waktu retensi (min.)	Komposisi (%)	Konversi (%)	NamaSenyawa	Jenis
Konvensional	16,285	1,89	1,89	Heptadecane	Alkana
	16,986	4,04	4,04	Dotriacontane	Alkana
	19,9592	55,04	55,04	Octadecenoic Acid	Karboksilat
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	18,176	2,62	2,62	Hentriacontane	alkana
	19,193	4,33	4,33	Heneicosane	Alkana
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	19,613	17,81	17,81	Hexadecanoic Acid	Karboksilat
	21,829	1,74	1,74	Alpha-Santalol	Alkohol
	24,195	2,06	2,06	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
Sonikasi	15,482	19,19	19,19	2-isopropenyl-5-methyl-hex-4-enal	Aldehid
	16,933	80,81	80,81	hexadecanal	Aldehid

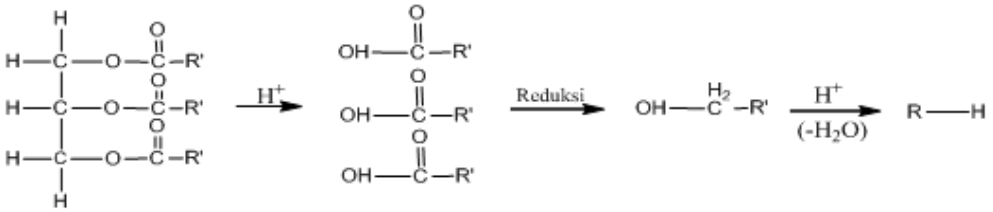
Pada Tabel 2, ditunjukkan bahwa senyawa yang diperoleh termasuk ke dalam senyawa jenis alkana, alkena, alkohol, aldehid dan asam karboksilat. Senyawa yang diperoleh memiliki rantai karbon yang bervariasi dimulai dari C_{14}-C_{39}, akan tetapi hanya senyawa dengan rantai karbon C_{14} dan C_{19} yang merupakan *green diesel* (Nasikin dkk., 2009). Puncak kedua senyawa *green diesel* terlihat di kromatogram produk *green diesel* menggunakan metode pengadukan konvensional, atau pada puncak ke empat dan ke delapan pada waktu retensi masing-masing 19,465 dan 18,064 dengan memiliki komposisi sebesar 2,51% dan 7,94%. Nasikin dkk (2009) telah berhasil memperoleh senyawa hidrokarbon (C_2-

C_{10}) serta hidrokarbon rantai panjang (C_{12}-C_{20}) yang merupakan green diesel dengan menggunakan metode *Thermal Catalytic Cracking*. Pembentukan green diesel dari minyak kelapa sawit terjadi karena adanya pemutusan rantai karbon pada suhu tinggi dan adanya katalis (Idem dkk, 1997). Dimana selama proses elektrolisis menggunakan pengadukan konvensional terjadi kenaikan suhu didalam *chamber* karena adanya aliran listrik ke masing-masing elektroda. Oleh karena itu, penelitian ini dilanjutkan dengan menggunakan metode pengadukan konvensional (magnetic stirrer).

Adapun reaksi yang kemungkinan terjadi di anoda dan katoda adalah reaksi penguraian air menjadi hidrogen yang dapat menghidrolisis asam lemak menjadi *green diesel* serta reaksi pembentukan *green diesel* adalah sebagai berikut:

Katoda : $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$

Anoda : $2H_2O_{(l)} \rightarrow 4H^+_{(aq)} + O_{2(g)} + 4e^-$



5.2 Pengaruh Elektrolit Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel*

Variasi elektrolit dilakukan agar diperoleh larutan elektrolit yang cocok untuk digunakan pada proses elektrolisis dalam penelitian ini. Selain itu, variasi elektrolit juga dapat mempengaruhi selektivitas, reaksi, serta produk yang dihasilkan (Liu dkk., 2018). Larutan elektrolit yang digunakan merupakan larutan Asam Fosfat (H_3PO_4), larutan Natrium Sulfat (Na_2SO_4) dan larutan Natrium Hidroksida (NaOH). Pada variasi ini dilakukan dengan konsentrasi elektrolit, potensial listrik, dan waktu elektrolisis yang sama akan tetapi tidak semua elektrolit dapat mengelektrolisis minyak kelapa sawit menjadi *green diesel*, seperti elektrolit natrium hidroksida.

Tabel 3. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis dengan variasi elektrolit asam fosfat dan natrium sulfat pada konsentrasi 0,03 M, potensial listrik 3 V serta waktu 2 jam

Jenis Elektrolit	Waktu retensi (min.)	Komposisi (%)	Konversi (%)	NamaSenyawa	Jenis
Asam Fosfat	16,285	1,89	1,89	Heptadecane	Alkana
	16,986	4,04	4,04	Dotriacontane	Alkana
	19,9592	55,04	55,04	Octadecenoic Acid	Karboksilat
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	18,176	2,62	2,62	Hentriacontane	alkana
	19,193	4,33	4,33	Heneicosane	Alkana
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	19,613	17,81	17,81	Hexadecanoic Acid	Karboksilat
	21,829	1,74	1,74	Alpha-Santalol	Alkohol
	24,195	2,06	2,06	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
Natrium Sulfat	24,217	100	100	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
Natrium Hidroksida	-	-	-	-	-

Tabel 3 menunjukan bahwa *green diesel* berhasil diperoleh pada elektrolit asam fosfat dengan hasil samping berupa Alpha-santalol dan 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene. Sedangkan pada elektrolit natrium sulfat berhasil diperoleh produk samping 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene dengan %komposisi sebesar 100%.



Gambar 6. Produk elektrolisis menggunakan elektrolit NaOH 0,03 M selama 2 jam pada potensial listrik 3 V

Dibandingkan kedua elektrolit tersebut elektrolit natrium hidroksida tidak diperoleh hasil karena produk elektrolisis berupa endapan berwarna putih seperti busa (seperti pada Gambar 6). Hal ini dikarenakan elektrolisis minyak kelapa sawit dengan elektrolit NaOH (elektrolit basa) akan terbentuk garam dan air atau terjadi reaksi saponifikasi (Wagner., 2012).

Reaksi yang terjadi di masing-masing elektrolit dipengaruhi oleh elektroda yang digunakan. Hal tersebut dikarenkan kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak kelapa sawit akan tereduksi oleh elektroda nikel dalam keadaan asam (Pomilia, 1915), dan terbentuk asam lemak jenuh. Kemudian asam lemak jenuh ini direduksi oleh elektrolit asam fosfat membentuk hidrokarbon *tetradecane* dan *nonadecane* (Campbell dan Young., 1943). Sehingga pada penelitian ini dilakukan elektrolisis menggunakan elektrolit asam fosfat.

5.3 Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel*

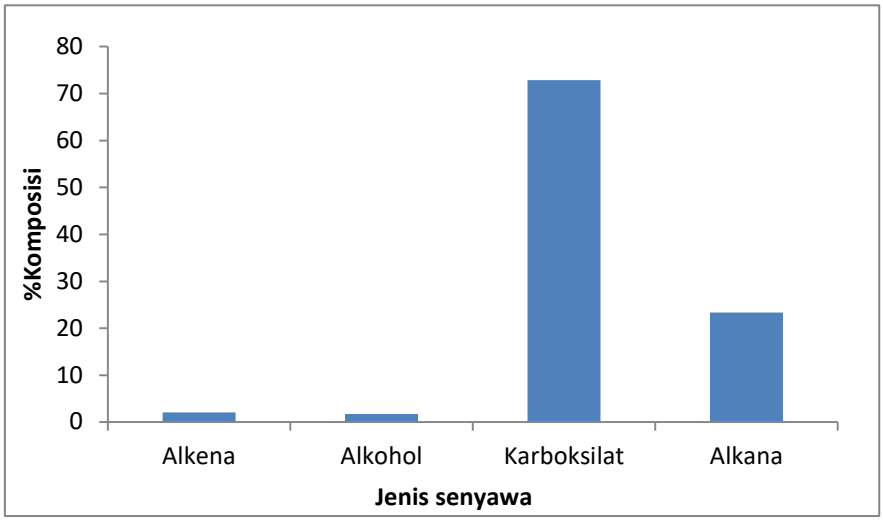
Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi elektrolit dilakukan. Konsentrasi elektrolit acuan yang digunakan yaitu dari penelitian oleh Santos dkk (2015) dengan menggunakan KOH 0,03 M, kemudian dilakukan variasi dengan rentang yang lebih pekat dengan elektrolit asam fosfat pada 0,3 M dan 3 M. Produk elektrolisis dilakukan pada potensial listrik 3 V selama 2 jam dapat dilihat pada Gambar 7.



a b c

Gambar 7. Produk *green diesel* (a) asam fosfat 0,03 M, (b) asam fosfat 0,3 M dan (c) asam fosfat 3 M

Gambar 7 menunjukan perbedaan warna dari masing-masing produk *green diesel* dengan konsentrasi yang berbeda, dimana pada konsentrasi 0,03 M memiliki warna yang lebih terang dibandingkan pada konsentrasi 0,3 M dan 3 M. Kepekatan konsentrasi elektrolit akan mempengaruhi besar arus listrik yang mengalir di elektroda, sehingga pada arus tinggi akan terjadi reaksi kolbe dan pada arus rendah akan terjadi reaksi non-kolbe (Zoski., 2008). Selain mempengaruhi warna, konsentrasi elektrolit juga mempengaruhi produk yang dihasilkan yang tersaji pada Gambar 8.

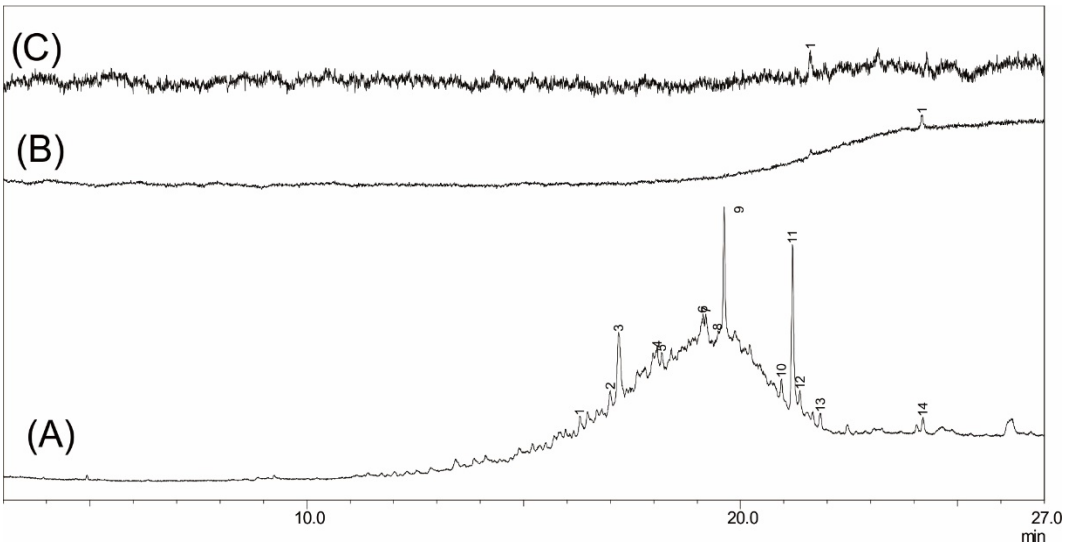


Gambar 8. Grafik produk *green diesel* yang dielektrolisis dengan variasi konsentrasi elektrolit 0,03 M

Pada Gambar 8, hanya menunjukan produk *green diesel* dengan konsentrasi elektrolit 0,03 M. Sementara produk dengan konsentrasi elektrolit 0,3 M dan 3 M tidak diperoleh hasil GCMS dikarenakan tidak terdapat puncak pada kromatogramnya sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin pekat konsentrasi elektrolit akan menyebabkan arus dari katoda yang semakin besar yang membuat reaktan terpecah secara tidak sempurna (Pomilio, 1915). Sehingga apabila dikarakterisasi GC-MS tidak akan muncul puncak dari senyawa apapun.

5.4 Pengaruh WaktuElektrolisis Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel*

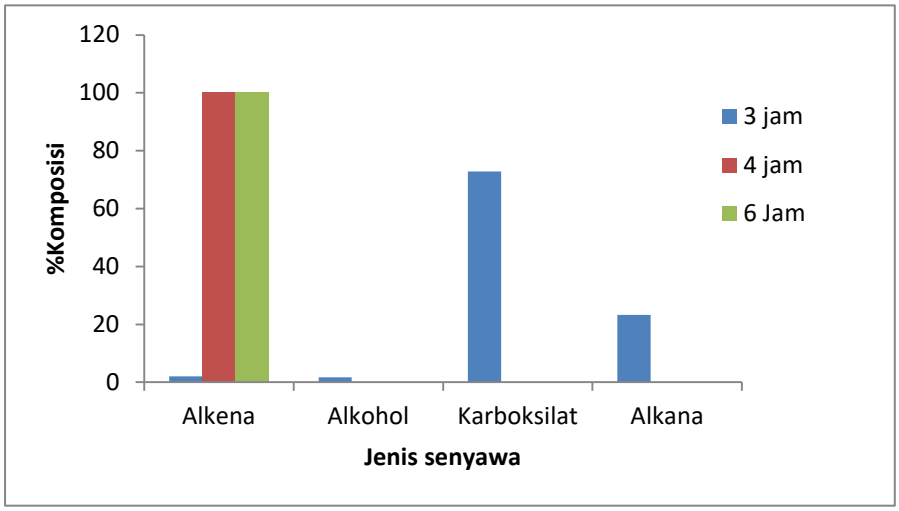
Pada penelitian ini, variasi waktu elektrolisis dilakukan agar diperoleh waktu elektrolisis yang optimal untuk membuat *green diesel* secara elektrokimia. Waktu acuan yang diambildari penelitian Santos dkk (2015) yang berhasil memperoleh diesel seperti olefin menggunakan elektrolisis pada kondisi basa selama 2 jam. Sehingga dilakukan 2 variasi waktu dengan selisih 2 jam dari waktu acuan yang diambil yakni 4 jam dan 6 jam. Adapun kromatogram *green diesel* yang telah di analisis menggunakan GC-MS tersaji pada Gambar 9.



Gambar 9. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit pada potensial litrik 3 V, elektrolit asam fosfat 0,03 M, dengan variasi waktu (A) 2 jam, (B) 4 jam, dan (C) 6 jam

Pada Gambar 9, dapat dilihat bahwa perbedaan yang sangat signifikan, dimana pada gambar (A) masih terlihat puncak dengan intensitas rendah, sedang dan tinggi. Sedangkan pada gambar (B) dan (C) sudah tidak terlihat puncak dengan intesitas yang sedang maupun tinggi, pada gambar (B) terlihat hampir landai puncaknya berbeda dengan gambar (C) yang sudah seperti rumput. Hal tersebut dikarenakan pemecahan rantai karbon pada minyak kelapa sawit berlangsung lama sehingga mempengaruhi produk akhirnya (Campbell dan Young, 1943), dan mempengaruhi randemen produk yang dihasilkan (Putra dkk., 2015). Produk *green diesel* untuk variasi waktu 2, 4 dan 6 jam dapat dilihat pada Gambar 10.

Pada Gambar 10, menunjukan grafik komposisi hasil elektrolisis *green diesel* dengan variasi waktu pada potensial tetap 3 volt. Pada grafik tersebut dapat diamati terjadi perbedaan komposisi yang sangat signifikan, dimana untuk waktu reaksi 4 dan 6 jam hanya memperoleh produk berupa alkena dengan komposisi 100%. Sementara itu pada grafik 2 jam diperoleh beberapa produk seperti alkena, alkohol, asam karboksilat dan alkana. Komposisi alkana yang diperoleh sebesar 23,33% atau seperempat dari produk, namun tidak semua jenis alkana yang diperoleh termasuk ke dalam *green diesel* hanya 44,79% dari alkana yang masuk ke dalam kategori *green diesel*.



Gambar 10. Grafik Hasil elektrolisis *green diesel* menggunakan asam fosfat 0,03 M pada potensial listrik 3 V dengan variasi waktu 2, 4 dan 6 Jam

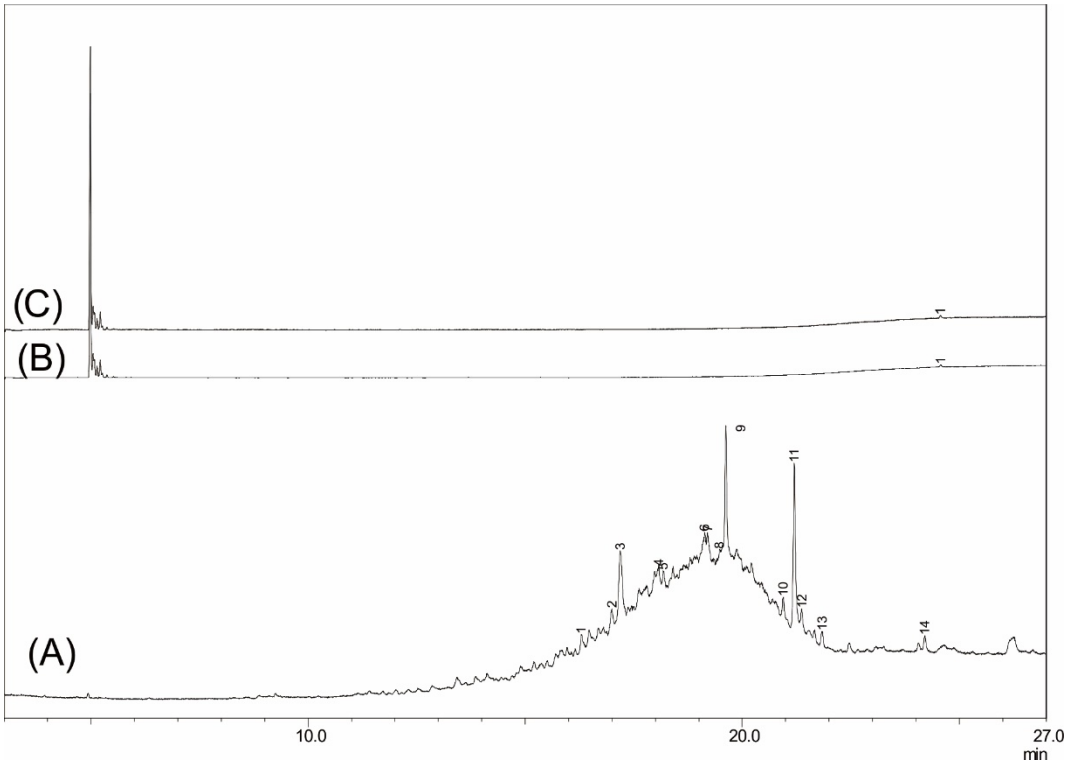
Senyawa yang termasuk ke dalam *green diesel* ialah senyawa rantai karbon C_{12}-C_{20} (Busch, 2008; Nasikin dkk., 2009). Tabel 4 menunjukan produk *green diesel* dari masing-masing variasi waktu elektrolisis. Pada Tabel 4 senyawa *green diesel* berhasil diperoleh pada variasi waktu 2 jam seperti tetradecane ($C_{14}H_{30}$) dan nonadecane ($C_{19}H_{40}$) dengan %komposisi masing-masing sebesar 2,51% dan 7,94%. Serta diperoleh produk samping α-Santalol dan 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene dengan %komposisi masing-masing sebesar 1,74% dan 2,06%. Sedangkan pada waktu 4 dan 6 jam diperoleh 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene dan 4-pentenal dengan komposisi sebesar 100%. Waktu elektrolisis sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan, dimana semakin lama waktu elektrolisis maka reaksi reduksi minyak kelapa sawit akan semakin lama dan terjadi reaksi berulang kali (Pomilia, 1915; Idem dkk., 1997). Oleh karena itu, penelitian ini dilanjutkan dengan menggunakan waktu elektrolisis selama 2 jam.

Tabel 4. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis dengan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial listrik 3 V serta variasi waktu 2, 4 dan 6 jam

Waktu Elektrolisis	Waktu retensi (min.)	Komposisi (%)	Konversi (%)	NamaSenyawa	Jenis
2 Jam	16,285	1,89	1,89	Heptadecane	Alkana
	16,986	4,04	4,04	Dotriacontane	Alkana
	19,9592	55,04	55,04	Octadecenoic Acid	Karboksilat
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	18,176	2,62	2,62	Hentriacontane	alkana
	19,193	4,33	4,33	Heneicosane	Alkana
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	19,613	17,81	17,81	Hexadecanoic Acid	Karboksilat
	21,829	1,74	1,74	Alpha-Santalol	Alkohol
	24,195	2,06	2,06	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
4 Jam	24,176	100	100	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
6 Jam	21,600	100	100	4-Pentenal	Aldehid

5.5 Pengaruh Potensial Listrik Terhadap Produk Elektrolisis *Green Diesel*

Potensial listrik acuan yang diberikan terhadap elektroda Nikel dan Grafit selama proses elektrolisis adalah 3 V (Santos dkk, 2015), kemudian dilakukan variasi ke rentang yang lebih besar yaitu 6 V dan 9 V. Produk *green diesel* dengan variasi potensial dapat dilihat pada Gambar 7. Kromatogram dari variasi potensial 3V dan 6V memiliki pola yang berbeda begitu juga dengan variasi poteensial 3V dan 9V. Berbeda dengan potensial listrik 6V dan 9V yang memiliki pola yang sama dan jenis senyawa yang sama.



Gambar 11. Kromatogram produk *green diesel* hasil elektrolisis minyak kelapa sawit selama 2 jam, elektrolit asam fosfat 0,03 M, dengan variasi potensial listrik (A) 3 V, (B) 6 V, dan (C) 9 V

Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa ketiganya memiliki pola yang berbeda terutama pada variasi 3V dimana memiliki puncak yang lebih banyak dan tidak teratur. Sedangkan pola pada variasi tegangan 6V dan 9V cenderung tidak memiliki puncak dimana puncak yang terdeteksi terletak pada rentang waktu retensi 24 menit.Puncak yang muncul pada rentang waktu retensi 2 menit merupakan puncak dari senyawa pencuci sirynge nya.Potensial listrik optimum pada penelitian ini adalah pada angka 3 V, karena telah diperoleh produk *green diesel* seperti tetradecane dan nonadecane (Santos dkk, 2015).

Tabel 5. Hasil GC-MS terhadap produk konversi minyak kelapa sawit secara elektrolisis elektrolit asam fosfat 0,03 M pada waktu 2 jam serta variasi potensial listrik 3, 6 dan 9V

Potensial listrik	Waktu retensi (min.)	Komposisi (%)	Konversi (%)	NamaSenyawa	Jenis
3 V	16,285	1,89	1,89	Heptadecane	Alkana
	16,986	4,04	4,04	Dotriacontane	Alkana
	19,9592	55,04	55,04	Octadecenoic Acid	Karboksilat
	18,064	7,94	7,94	Nonadecane	Alkana
	18,176	2,62	2,62	Hentriacontane	alkana
	19,193	4,33	4,33	Heneicosane	Alkana
	19,465	2,51	2,51	Tetradecane	Alkana
	19,613	17,81	17,81	Hexadecanoic Acid	Karboksilat
	21,829	1,74	1,74	Alpha-Santalol	Alkohol
	24,195	2,06	2,06	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
6 V	24,259	100	100	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena
9 V	24,254	100	100	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene	Alkena

Pada Tabel 5 terlihat produk hasil GC-MS dari potensial listrik 3 V menunjukan adanya *green diesel* berupa tetradecane ($C_{14}H_{30}$) dan nonadecane ($C_{19}H_{40}$) dengan %komposisi masing-masing sebesar 2,51% dan 7,94%. Oleh karena itu, kondisi optimum untuk reaksi elektroda dan elektrolit terjadi pada potensial listrik 3 V (Pomilio, 1915), sedangkan pada potensial listrik 6 dan 9 V terjadi sedikit penurunan kerja elektroda dan elektrolit, sehingga proses reduksi asam lemak tidak maksimal (Campbell dan Young, 1943).

Dari beberapa variasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa untuk mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* dapat dilakukan dengan menggunakan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial listrik sebesar 3 volt (Santos dkk, 2015) selama 2 jam dan dilakukan menggunakan *magnetic stirrer*. Produk yang diperoleh terdapat beberapa golongan senyawa yaitu alkana, alkena, alkohol dan asam karboksilat.Produk alkana yang diperoleh sebesar 23,33% dengan senyawa yang mendekati *green*

diesel berupa tetradecane dan nonadecane dengan rantai karbon $C_{14}H_{20}$ dan $C_{19}H_{40}$ serta memiliki komposisi masing-masing sebesar 2,51% dan 7,94% (Nasikin dkk, 2009).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Metode elektrokimia memiliki potensi yang besar dalam mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi *green diesel* secara elektrolisis menggunakan elektroda Nikel-Grafit dengan produk *tetradecane* dan *nonadecane*. Dengan cara menghidrolisis asam lemak dalam minyak kelapa sawit menjadi hidrokarbon dan adanya dekarboksilasi di anoda membentuk radikal yang kemudian di oksidasimelalui reaksi non-kolbe menjadi karbokation dan membentuk hidrokarbon.
2. Senyawa *tetradecane* dan *nonadecane* didapatkan menggunakan elektrolit asam fosfat 0,03 M pada potensial listrik 3 V selama 2 jam dengan % konversi dan kemurnian masing-masing sebesar 2,51% dan 7,94%.

6.2 Saran

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu adanya percobaan dengan melakukan variasi volume elektrolit dan melakukan perbandingan volume elektrolit dengan sampel minyak kelapa sawit agar terjadi kesetaraan reaksi antara elektrolit dengan sampel.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu adanya percobaan dengan menggunakan asam kuat seperti asam sulfat agar proses elektrolisis lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Adam, R. M., dan Moss, O. M., 2008, *Food Mikrodiology*, Third Edition. UK, The Royal Society of Chemistry.

Aransiola, E.F., Ojumu, T.V., Oyekola, O.O., Madzimbamuto, T.F., dan Ikhu-Omoregbe, D.I.O., 2014, A review of Current Technology for Biodiesel Production: State of the Art, *Biomass and Bioenergy*, 61, 276-297

Brown, Tom., 2006,*Carbon Goes Full Circle in The Amazon*, Lawrence Livermore National Laboratory.

Busch, R., 2008, Biofuel Composition and Manufacturing Process, *Patent Aplication Publication*, US20110035995A1

Campbell, K. N., dan Young, E.E., 1943, The Addition of Hydrogen to Multiple Carbon-carbon Bonds IV, The electrolytic of Alkyl and Aryl Acetylenes, *J. Am Chem*. Soc. 65, 965-967.

Darmapatni, Komang. Ari.Gunapria., Basori, Achmad., dan Suaniti, Ni. Made., 2016, Pengembangan Metode Gc-MS Untuk Penetapan Kadar Acetaminophen pada Specimen Rambut Manusia, *Jurnal Biosains Pascasarjana*, Vol. 18.

Darmawan, F. I., 2013, Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem, *JTM*, Vol 02 No 01,80-87.

David, G. W., 2005, *Analisis Farmasi*, Edisi kedua, EGC, Jakarta.

Dewan Energi Nasional, 2019, Outlook Energi 2019, Kementrian ESDM.https://id.pinterest.com/pin/219972763032683395/?autologin=true, diakses pada 4 Desember 2019

Domahy, L., 2019, *Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Mengatasi Masalah Energi Nasional*. Diambil kembali dari https://domahyld73.wordpress.com/2007/11/19/biodieselsebagai-bahan-bakar-alternatif-untuk-mengatasi-masalahenergi-nasional/

Drozd, J., 1985, Chemical Derivatization in Gas Chromatography, *Journal of Chromatography Library*, 19.

F. Marken, R. G. Compton, S. D. Bull, S. G. Davies. Chem. Commun. 995 (1997).

Feliska, A., 2005, Sintesis dan Analisis Metil Ester Terozonasi dari Minyak Sawit Bersih dan Jelantah untuk Bahan Bakar Mesin Diesel, *Skripsi*.Sarjana Teknik Gas dan Petrokimia UI, Depok. Hal 13-14

Fessenden dan Fessenden., 1986, *Kimia Organik Jilid II*, Diterjemahkan oleh: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Jakarta: Erlangga.

Fleischmann, M. dan Pletcher, D. 1969.The electrosynthesis of organic compounds. Platinum Metals Rev., 13(2), 46–52.

Galicia, M., dan González, F. J., 2002, Electrochemical oxidation of tetrabutylammonium salts of aliphatic carboxylic acids in acetonitrile.*J Electrochem Soc*, 149:D46-D50.

Geneste, F., Cadoret, M., Moinet, C., Jezequel, G., 2002, Cyclic voltammetry and XPS analyses of graphite felt derivatized by non-Kolbe reactions in aqueous media. *New J Chem*, 26:1261-1266.

Gerberding, I.I., 2005, *Toxicological Profile for Nickel*, Atlanta, Georgia, Argency For Toxic Substances and Disease registry, Division of Toxicology.

Hoekman, S. K., 2009, Biofuels in the U.S.-*Challenges and Opportunities*, *Renewable Energy 34*, p. 14-22.

Homgren,J., Gosling, G., Marinangle R., Marker T., 2007, *"A New Development in Renewable Fuels : Green Diesel"*, UOP.LLC, Des Palines, lilionis, U.S.A.

Idem, R.O., Katikaneni, S.P.R., dan Bakhsi, N.N., 1997, Catalytic Conversion of Canola Oil to Fuel and Chemicals : Role of Catalyst Acidity, Basicity, and Shape Selectivity on Produk Distribution, *Fuel Process Tech*, 51:101-125.

Kasmudjiastuti, Emiliana., Griyanitasari, Gresy., Rahmawati, Dona., dan Sugihartono., 2018, Sintesis dan Karakterisasi Minyak Kelapa Sawit untuk Agensia Peminyakan pada Penyamakan Kulit, *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 34(1), 19-26.

Ketaren, S,. 2005, *Minyak dan lemak pangan*, Edisi Pertama, Jakarta:Universitas Indonesia

Koushki, Mohammadreza., Nahidi, Masoomeh., dan Cheraghali, Fatemeh., 2015, Phsyco-Chemical Properties, Fatty Acid Profile and Nutrition in Palm Oil, *Journal of Paramedical Sciences (JPS)*, Vol.6,No.3

Kosugi, Y., Imaoka, Y., Gotoh, F., Rahim, M. A., Matsui, Y., dan Sakanishi, K., 2003, Carboxylation of Alkali Metal Phenoxides with Carbon Dioxide.*Org.Biomol. Chem*, *1*, 817-821.

Kubickova, I., dan Kubicka, D., 2010, *Waste Biomass Valarization*, 1, 293-308.

Leung, D.Y.C., Wu, X., dan Leung, M.K.H., 2010, A review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification, *App. Energy*, 87, 1083-1095

Lide, D., R., ed., 2005. *CRC Handbook of Chemistry and Physics edisi 86.* Baca Raton. CRC Press. ISBN 0-8493-0486-5.

Liu, Yuchen., Yuan, Gang., Ren, Xiaona., dan Wang, Qingfa., 2018, Selective Electrochemical Conversion of Biomass-Derived Valaric Acid to Ethers/Esters, *Int. J. Electrochem. Sci*, 13, 3210-3223.

McMurry, J., 2000, *Organic Chemistry 5th Edition*, Pasific Grove: Brooks/Cole.

Nasikin, M., Bambang, H.S., Muhammad, A.H., dan Anondho, W., 2009, Biogasoline from Palm Oil by Simultaneous Cracking and Hydrogenation Reaction Over NiMo/Zeolite Catalyst, *World Applied Science Journal 5 (Special Issue for Environment)*, ISSN 1818-4952.

Nauli, Tigor., 2002, Memperkirakan Rumus Kimia Senyawa Organik dari Data Spektrometri Massa, *P3TM-BATAN*, ISSN 0126-3128.

Pomilio, U., 1915, *Electrochem*, 21. 444.

Putra, R.S., Puji, H., dan Tatang, S. J., 2015, Conversion of Methyl Ester from Used Cooking Oil : the Combined Use of Electrolysis Process and Chitosan, *Elsevier*, 309-316.

Ridwan, M.,H., 2016. *Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi*. Circuit, Vol.2, No.1.R. Busch, US20110035995, 2008.

Sakdasari, W., Sawangkeaw, R., dan Ngamprasertsith, S., 2017, An Enterely Renewable Biofuel Production from Used Palm Oil with Supercritical Ethanol at Low Molar Ratio, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 34, No. 04.

Santos, Tatiane. R., Dos., Harnisch, Falk., Nilges, Peter., dan Schroder, Uwe., 2015, Electrochemistry for Biofuel Generation: Tranformation of Fatty Acids and Triglycerides to Diesel-Like Olefin/Ether Mixture and Olefins, *ChemSusChem*, 8, 886-893.

Sari, E. (2013). *Green Diesel Production Via Catalytic Hydrogenation/ Decarboxylation of Triglycerides and Acids of Vegetable Oil and Brown Grease.* Detroit, Michigan: Dissertation of Chemical Engineering Wayne State University.

Sartika, A., 2015, Esterifikasi Minyak Goreng Bekas Dengan Katalis H2So4 dan Transesterifikasi dengan Katalis CaO dari Cangkang Kerang Darah: Variasi Kondisi Esterifikasi. *JOM FMIPA*, vol 2, No 1 Februari 2015.

Schafer, Hans. J., 2012, Electrochemical Conversion Of Fatty Acids, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 114.

Silverstein, R.M., Bassler, G.C., dan Morril, T.C., 1981, Spectrometric Identification of Organic Compounds, 4th ed, John Wiley & Sons, New York.

Sinaga, S. V., 2014, Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah, *Jurnal TeknikPertanian Lampung Vol.3, No. 1: 27-34*.

Smith, B., Greenwell, H. C., dan Whiting, A., 2009, *Energy and Environmental Science*, 2, 262.

Song, Chen., 2012, Green Oil Production by Hydroprocessing, *International Journal of Clean Coal and Energy*, 1, 43-155

Sparkman, O.D., Penton, Z.E. & Kitson, F.G., 2011, *Gas Chromatography and Mass Spectrometry : A Practical Guide*, Second Edition, Academic Press, Oxford.

Sriastuti, W., Herawatiningsih, R., Tavita, E.,G., 2018, Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Yang Berpotensi Sebagai Tanaman Hias Dalam Kawasan Hias Dalam Kawasan IUPHHK-HTI PT. BHATARA ALAM LESTARI di Desa Sekabuk Kecamatan Sadianang Kabupaten Mempawah, *jurnal butan lestari*, 6(1), 147-147.

Svvatimskiy, A., 2005. *Meassurement of The Mealting Point of Graphite on The Properties of Liquid Carbon.*

Prakoso, Tirto dan Nuzulis, Achmad, "*Potensi Biodiesel Indonesia*", Departemen Teknik Kimia ITB dan Komunitas Migas Indonesia (KMI), Jawa Barat.

Wadhawan, Jay. D., Marken, Frank., dan Richard, G. Compton., 2001, Biphasic Sonoelectrosynthesis. A Review, *Pure Appl Chem*, Vol. 73, No. 12, pp. 1947-1955.

Wagner, C. J., 2012. *Production of Renewable Diesel Fuel via HoferMoest Electrochemical Decarboxylation of Free,* Reno: Master Of Science in Chemical Engineering University Of Nevada.

Waldvogel, S.R., Janza, Angew. R., 2014, *Chem Int Ed*, 53, 7122-7123

WIjayanti, F. E., 2008,*Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Sumber Bahan Baku Produksi Metil Ester.* Depok: Skripsi FMIPA UI.

Lampiran 1. Perhitungan

1.1. Perhitungan pembuatan larutan elektrolit asam fosfat

$$M = \frac{Massa\ Jenis\ \times 10\ \times \%}{Berat\ Molekul} \qquad M1V1 = M2V2$$

% AsamFosfat = 85 %

Massa JenisAsamFosfat = 1,71 g/mL

BeratMolekul = 98 g/mol

1.1.1. Perhitungan Molaritas Asam Fosfat

$$\mathrm{M} = \frac{\text{Massa Jenis } \times 10\ \times \%}{\text{Berat Molekul}}$$

$$\mathrm{M} = \frac{1{,}71\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mL}} \times 10\ \times 85\%}{98\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}}$$

$$\mathrm{M} = 14{,}8\ \mathrm{M}$$

1.1.2. Perhitungan Pembuatan Larutan Asam Fosfat 3 M

$$\mathrm{M1V1} = \mathrm{M2V2}$$

$$14{,}8\ \mathrm{M} \times \mathrm{V1} = 3\ \mathrm{M} \times 100\ \mathrm{mL}$$

$$\mathrm{V1} = \frac{3\ \mathrm{M} \times\ 100\ \mathrm{mL}}{14{,}8\ \mathrm{M}}$$

$$\mathrm{V1} = 20{,}27\ \mathrm{mL}$$

1.1.3. Perhitungan PembuatanLarutanAsamFosfat 0,3 M

$$\mathrm{M2V2} = \mathrm{M3V3}$$

$$3\ \mathrm{M} \times \mathrm{V2} = 0{,}3\ \mathrm{M} \times 100\ \mathrm{mL}$$

$$\mathrm{V2} = \frac{0{,}3\ \mathrm{M} \times\ 100\ \mathrm{mL}}{3\ \mathrm{M}}$$

$V2 = 10\ \text{mL}$

1.1.4. Perhitungan Pembuatan Larutan Asam Fosfat 0,03 M

$M3V3 = M4V4$

$0{,}3\ \text{M} \times V3 = 0{,}03\ \text{M} \times 100\ \text{mL}$

$$V3 = \frac{0{,}03\ \text{M} \times 100\ \text{mL}}{0{,}3\ \text{M}}$$

$V3 = 10\ \text{mL}$

1.2. Perhitungan pembuatan larutan elektrolit natrium sulfat (Na_2SO_4) 0,03 M

$$M = \frac{n}{V}$$

$$0{,}03\ \text{M} = \frac{n}{0{,}1\ \text{L}}$$

$$n = 0{,}003\ \text{mol}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{massa}}{\text{MrNa2SO4}}$$

$$0{,}003\ \text{mol} = \frac{\text{massa}}{160\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$\text{massa} = 0{,}48\ \text{gram}$$

1.3. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi metode

1.3.1. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi pengadukan sonikasi

1.3.1.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 2-isopropenyl-5-methyl-hex-4-enal

$$\%\text{Konversi} = \frac{39942}{208145} \times 100\% = 19{,}1895\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{39942}{208145} \times 100\% = 19{,}1895\%$$

1.3.1.2. Perhitungan %konversi dan komposisi hexadecanal

$$\%\text{Konversi} = \frac{168203}{208145} \times 100\% = 80{,}8104\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{168203}{208145} \times 100\% = 80{,}8104\%$$

1.3.2. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi pengadukan konvensional

1.3.2.1. Perhitungan %konversi dan komposisi Heptadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

1.3.2.2. Perhitungan %konversi dan komposisi Dotriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

1.3.2.3. Perhitungan %konversi dan komposisi Octadecenoic Acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

1.3.2.4. Perhitungan %konversi dan komposisi Nonadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

1.3.2.5. Perhitungan %konversi dan komposisi Hentriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

1.3.2.6. Perhitungan %konversi dan komposisi Heneicosane

$$\%\text{Konversi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

1.3.2.7. Perhitungan %konversi dan komposisi Tetradecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

1.3.2.8. Perhitungan %konversi dan komposisi Hexadecenoic acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

1.3.2.9. Perhitungan %konversi dan komposisi Alpha-Santalol

$$\%\text{Konversi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

1.3.2.10. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

1.4. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi elektrolit

1.4.1. Perhitungan %konversi dan komposisi elektrolit asam fosfat

1.4.1.1. Perhitungan %konversi dan komposisi Heptadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

1.4.1.2. Perhitungan %konversi dan komposisi Dotriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

1.4.1.3. Perhitungan %konversi dan komposisi Octadecenoic Acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

1.4.1.4. Perhitungan %konversi dan komposisi Nonadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

1.4.1.5. Perhitungan %konversi dan komposisi Hentriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

1.4.1.6. Perhitungan %konversi dan komposisi Heneicosane

$$\%\text{Konversi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

1.4.1.7. Perhitungan %konversi dan komposisi Tetradecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

1.4.1.8. Perhitungan %konversi dan komposisi Hexadecenoic acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

1.4.1.9. Perhitungan %konversi dan komposisi Alpha-Santalol

$$\%\text{Konversi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

1.4.1.10. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

1.4.2. Perhitungan %konversi dan komposisi elektrolit natrium sulfat

1.4.2.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{81337}{81337} \times 100\% = 100\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{81337}{81337} \times 100\% = 100\%$$

1.5. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi konsentrasi elektrolit

1.5.1. Perhitungan %konversi dan komposisi konsentrasi 0,03 M

1.5.1.1. Perhitungan %konversi dan komposisi Heptadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

1.5.1.2. Perhitungan %konversi dan komposisi Dotriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

1.5.1.3. Perhitungan %konversi dan komposisi Octadecenoic Acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

1.5.1.4. Perhitungan %konversi dan komposisi Nonadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

1.5.1.5. Perhitungan %konversi dan komposisi Hentriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

1.5.1.6. Perhitungan %konversi dan komposisi Heneicosane

$$\%\text{Konversi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

1.5.1.7. Perhitungan %konversi dan komposisi Tetradecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

1.5.1.8. Perhitungan %konversi dan komposisi Hexadecenoic acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

1.5.1.9. Perhitungan %konversi dan komposisi Alpha-Santalol

$$\%\text{Konversi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

1.5.1.10. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

1.6. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi waktu

1.6.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 2 jam

1.6.1.1. Perhitungan %konversi dan komposisi Heptadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

1.6.1.2. Perhitungan %konversi dan komposisi Dotriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

1.6.1.3. Perhitungan %konversi dan komposisi Octadecenoic Acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

1.6.1.4. Perhitungan %konversi dan komposisi Nonadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

1.6.1.5. Perhitungan %konversi dan komposisi Hentriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

1.6.1.6. Perhitungan %konversi dan komposisi Heneicosane

$$\%\text{Konversi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

1.6.1.7. Perhitungan %konversi dan komposisi Tetradecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

1.6.1.8. Perhitungan %konversi dan komposisi Hexadecenoic acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

1.6.1.9. Perhitungan %konversi dan komposisi Alpha-Santalol

$$\%\text{Konversi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

1.6.1.10. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

1.6.2. Perhitungan %konversi dan komposisi 4 jam

1.6.2.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{82096}{82096} \times 100\% = 100\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{82096}{82096} \times 100\% = 100\%$$

1.6.3. Perhitungan %konversi dan komposisi 6 jam

1.6.3.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 4-Pentenal

$$\%\text{Konversi} = \frac{8874}{8874} \times 100\% = 100\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{8874}{8874} \times 100\% = 100\%$$

1.7. Perhitungan %konversi dan komposisi variasi potensial listrik

1.7.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 3 Volt

1.7.1.1. Perhitungan %konversi dan komposisi Heptadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{318599}{16829221} \times 100\% = 1{,}8931\%$$

1.7.1.2. Perhitungan %konversi dan komposisi Dotriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{680197}{16829221} \times 100\% = 4{,}0418\%$$

1.7.1.3. Perhitungan %konversi dan komposisi Octadecenoic Acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{9262913}{16829221} \times 100\% = 55{,}0407\%$$

1.7.1.4. Perhitungan %konversi dan komposisi Nonadecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{422366}{16829221} \times 100\% = 2{,}5097\%$$

1.7.1.5. Perhitungan %konversi dan komposisi Hentriacontane

$$\%\text{Konversi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{441639}{16829221} \times 100\% = 2{,}6242\%$$

1.7.1.6. Perhitungan %konversi dan komposisi Heneicosane

$$\%\text{Konversi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{729467}{16829221} \times 100\% = 4{,}3345\%$$

1.7.1.7. Perhitungan %konversi dan komposisi Tetradecane

$$\%\text{Konversi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{1336588}{16829221} \times 100\% = 7{,}9421\%$$

1.7.1.8. Perhitungan %konversi dan komposisi Hexadecenoic acid

$$\%\text{Konversi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{2997901}{16829221} \times 100\% = 17{,}8137\%$$

1.7.1.9. Perhitungan %konversi dan komposisi Alpha-Santalol

$$\%\text{Konversi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{293345}{16829221} \times 100\% = 1{,}7431\%$$

1.7.1.10. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{346206}{16829221} \times 100\% = 2{,}0572\%$$

1.7.2. Perhitungan %konversi dan komposisi 6 Volt

1.7.2.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{107633}{107633} \times 100\% = 100\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{107633}{107633} \times 100\% = 100\%$$

1.7.3. Perhitungan %konversi dan komposisi 9 Volt

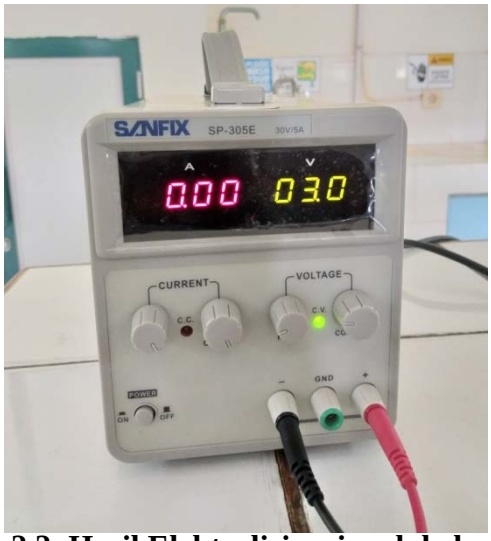
1.7.3.1. Perhitungan %konversi dan komposisi 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene

$$\%\text{Konversi} = \frac{121406}{121406} \times 100\% = 100\%$$

$$\%\text{Komposisi} = \frac{121406}{121406} \times 100\% = 100\%$$

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

2.1. Rangkaian elektrolisis minyak kelapa sawit





2.2. Hasil Elektrolisis minyak kelapa sawit



Lampiran 3. MS produk *Green Diesel*

3.1 MS Asam Fosfat 0,03 M Potensial Listrik 3 V 2 Jam (Sonikator)

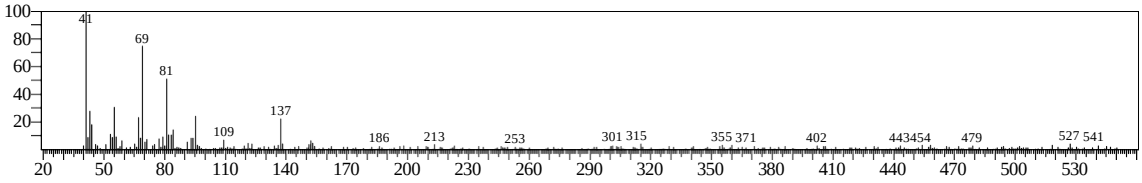
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:15.480(Scan#:3097)

MassPeaks:310RawMode:Averaged15.475-15.485(3096-3098)

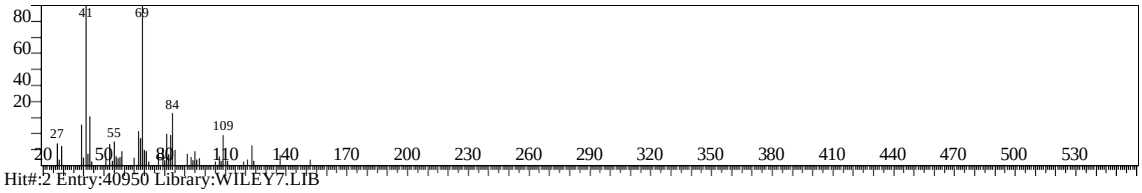
BasePeak:41.05(1793) BG Mode:Calc. from Peak Group 1 -Event 1



Hit#:1 Entry:40352 Library:WILEY7.LIB

SI:81 Formula:C10 H16 O CAS:75697-98-2 MolWeight:152 RetIndex:0

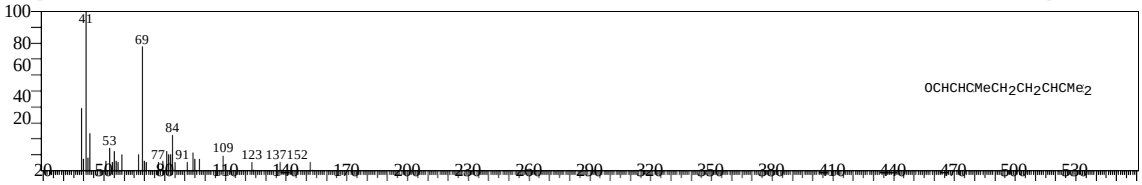
CompName:2-ISOPROPENYL-5-METHYL-HEX-4-ENAL $$ 4-Hexenal, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-(CAS) 100



Hit#:2 Entry:40950 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0

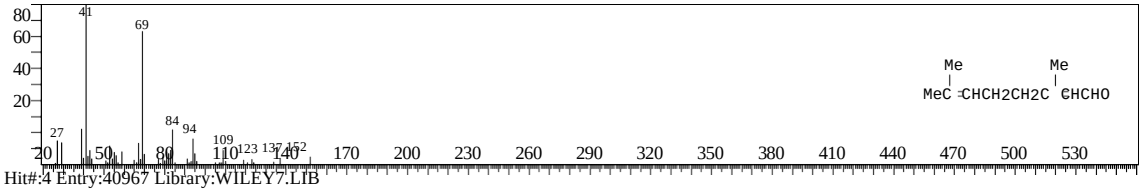
CompName:E-Citral $$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial $$ trans-Citral $$ Citral a $$ Citral-a $$ (E)-Citral $$ Geranaldehyde $$ .alpha.-Citr



Hit#:3 Entry:40969 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C10 H16 O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0

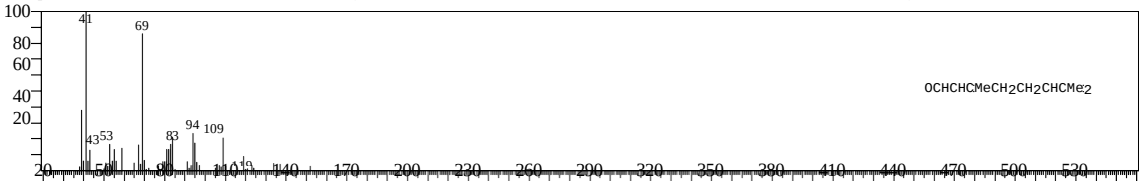
CompName:Citral $$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal $$ 3,7-Dimethyl-1-2,6-octadienal $$ Citral,c&t $$ cis,trans-Citral$$ G 100



Hit#:4 Entry:40967 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0

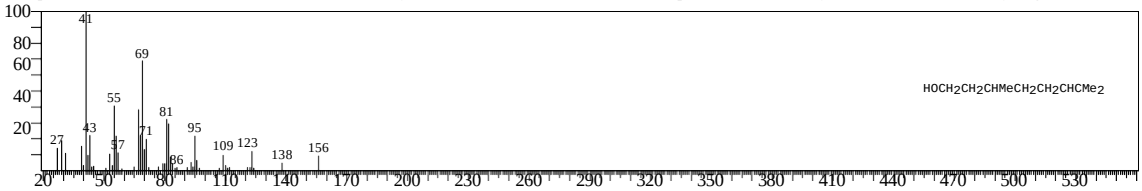
CompName:Z-Citral $$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral $$ .beta.-Citral $$ cis-Citral $$ Citral b $$ cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal $$ (Z)-3,7-



Hit#:5 Entry:46139 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 RetIndex:0

CompName:.beta.-Citronellol $$ 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol $$ Rodinol $$ Cephrol $$ 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol $$ 2,3-Dihydrogeraniol $



3.2 MS Natrium Sulfat 0,03 M Potensial Listrik 3 V 2 Jam

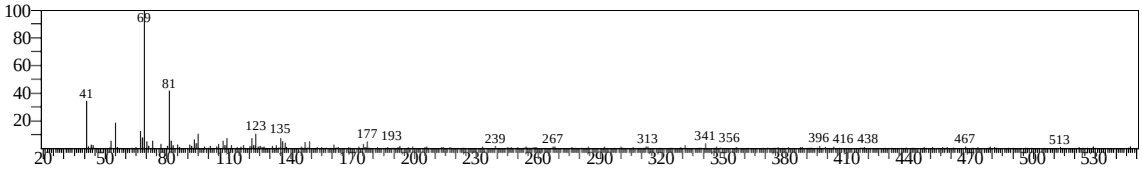
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:24.215(Scan#:4844)

MassPeaks:262RawMode:Averaged24.210-24.220(4843-4845)

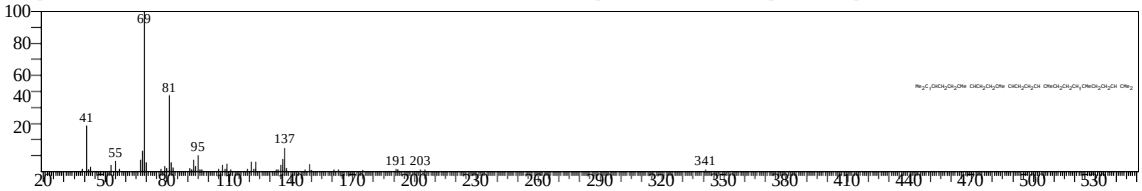
BasePeak:69.10(3842) BG Mode:Calc. from Peak Group 1 -Event 1



Hit#:1 Entry:289266 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C30 H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

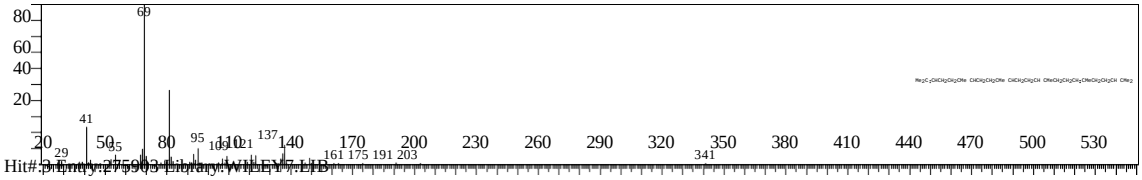
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene $$ Skvalen $$ Supraene $$ Spinacene $$ 2,6,10,15,19,23-HEXA



Hit#:2 Entry:289263 Library:WILEY7.LIB

SI:86Formula:C30H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

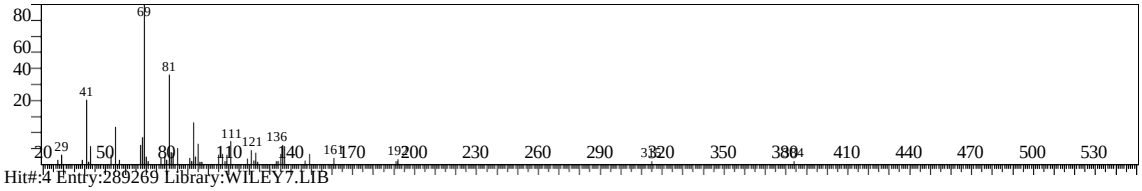
CompName:2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAENE$$ 100



Hit#:3 Entry:289265 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C27 H44 O CAS:0-00-0 MolWeight:384 RetIndex:0

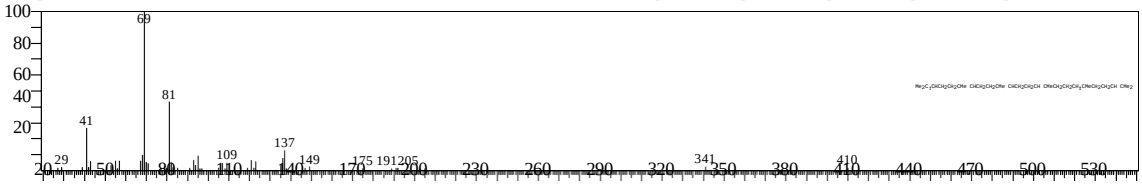
CompName:DOCOSA-2,6,10,14,18-PENTAEN-22-AL,2,6,10,15,18-PENTAMETHYL-, ALLTRANS $$ 100



Hit#:4 Entry:289269 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C30 H50 CAS:111-02-4 MolWeight:410 RetIndex:0

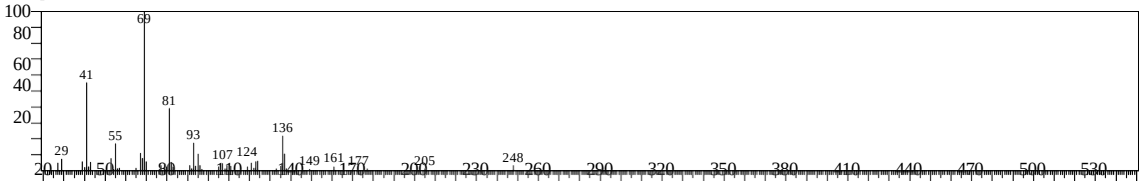
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)- (CAS) Squalen $$ Supraene $$ Squalene $$ Spinacen $$ Spinacene $$ tra



Hit#:5 Entry:154852 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C17 H28 O CAS:66408-55-7 MolWeight:248 RetIndex:0

CompName:4,8,12-TETRADECATRIENAL, 5,9,13-TRIMETHYL- $$



3.3 MS Asam Fosfat 0,03 M Potensial Listrik (6 V) 2 jam

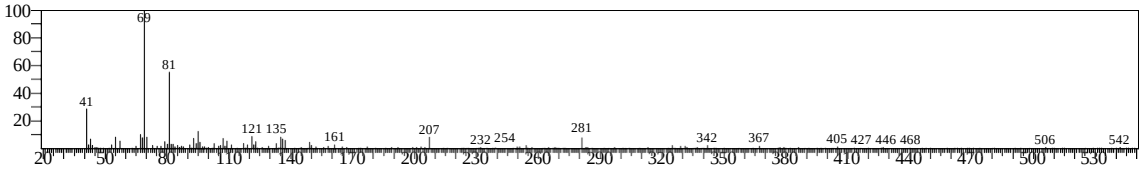
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:24.260(Scan#:4853)

MassPeaks:281RawMode:Averaged24.255-24.265(4852-4854)

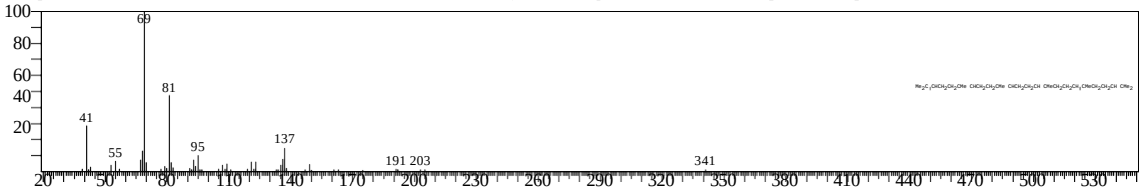
BasePeak:69.10(6936) BG Mode:Calc. from Peak Group 1 -Event 1



Hit#:1 Entry:289266 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C30 H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

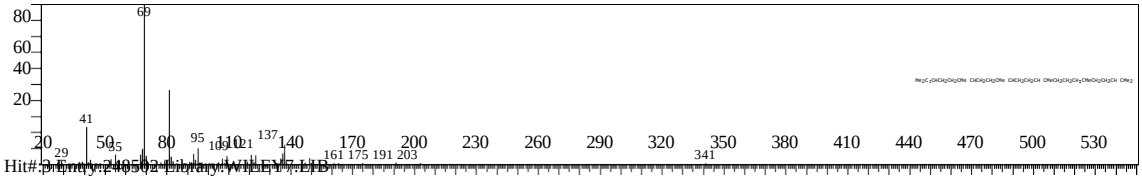
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene $$ Skvalen $$ Supraene $$ Spinacene $$ 2,6,10,15,19,23-HEXA



Hit#:2 Entry:289263 Library:WILEY7.LIB

SI:86Formula:C30H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

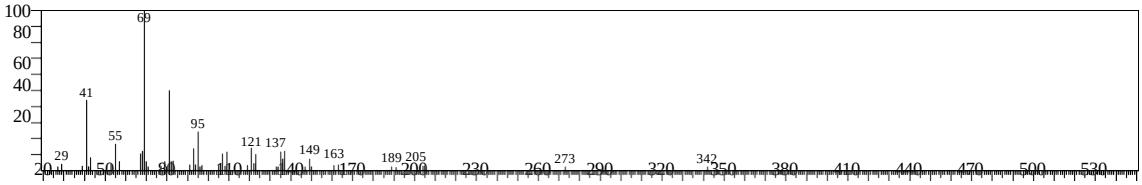
CompName:2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAENE$$ 100



Hit#:3 Entry:240502 Library:WILEY7.LIB

SI:85 Formula:C25 H42 CAS:75581-03-2 MolWeight:342 RetIndex:0

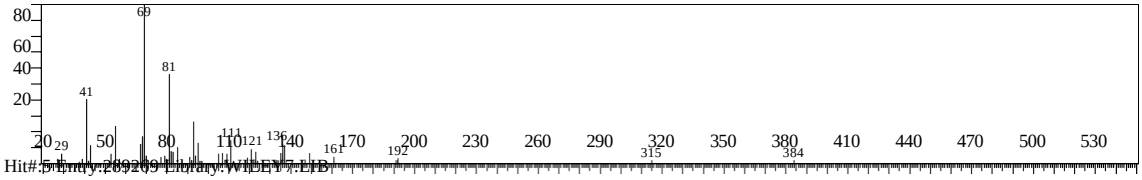
CompName:



Hit#:4 Entry:275903 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C27 H44 O CAS:0-00-0 MolWeight:384 RetIndex:0

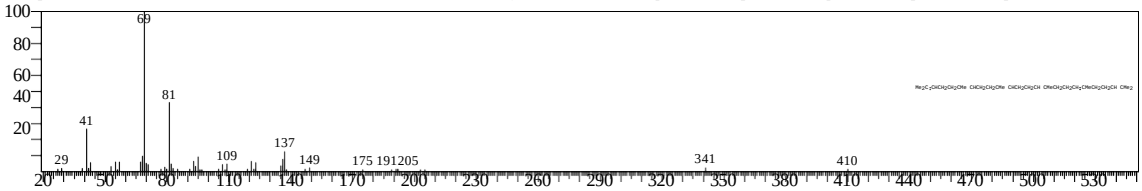
CompName:DOCOSA-2,6,10,14,18-PENTAEN-22-AL,2,6,10,15,18-PENTAMETHYL-, ALLTRANS $$ 100



Hit#:5 Entry:289269 Library:WILEY7.LIB

SI:84 Formula:C30 H50 CAS:111-02-4 MolWeight:410 RetIndex:0

CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)- (CAS) Squalen $$ Supraene $$ Squalene $$ Spinacen $$ Spinacene $$ tra



3.4 MS Asam Fosfat 0,03 M Potensial Listrik (9 V) 2 jam

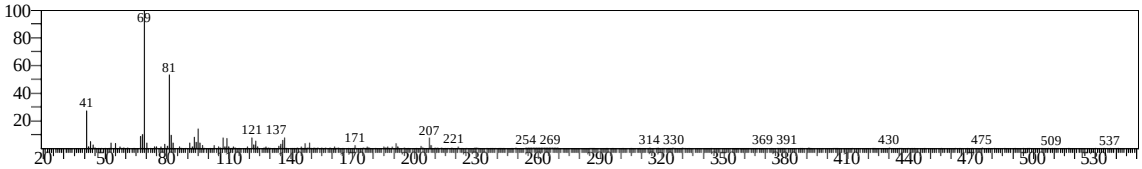
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:24.255(Scan#:4852)

MassPeaks:318RawMode:Averaged24.250-24.260(4851-4853)

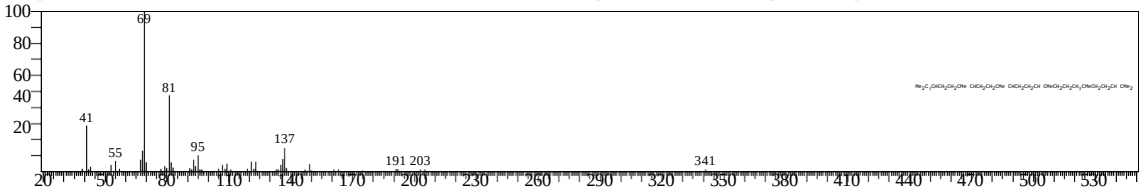
BasePeak:69.10(9221) BG Mode:Calc. from Peak Group 1 -Event 1



Hit#:1 Entry:289266 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C30 H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

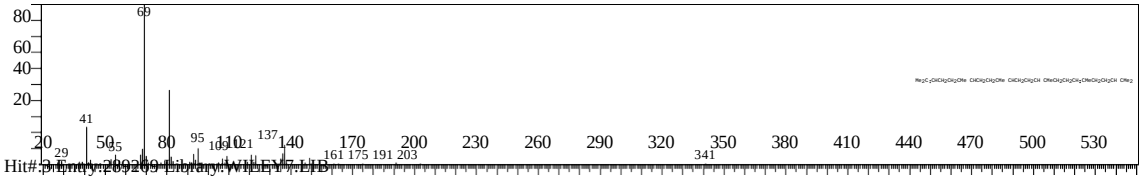
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene $$ Skvalen $$ Supraene $$ Spinacene $$ 2,6,10,15,19,23-HEXA



Hit#:2 Entry:289263 Library:WILEY7.LIB

SI:90Formula:C30H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0

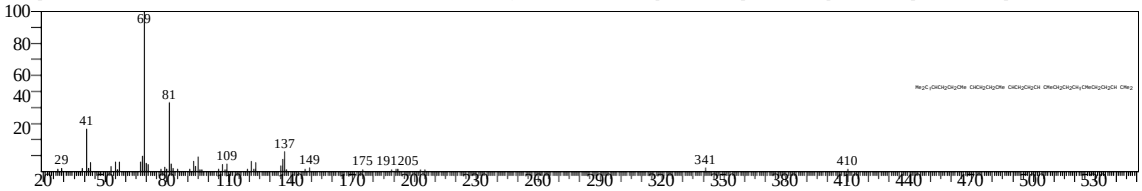
CompName:2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAENE$$ 100



Hit#:3 Entry:289269 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C30 H50 CAS:111-02-4 MolWeight:410 RetIndex:0

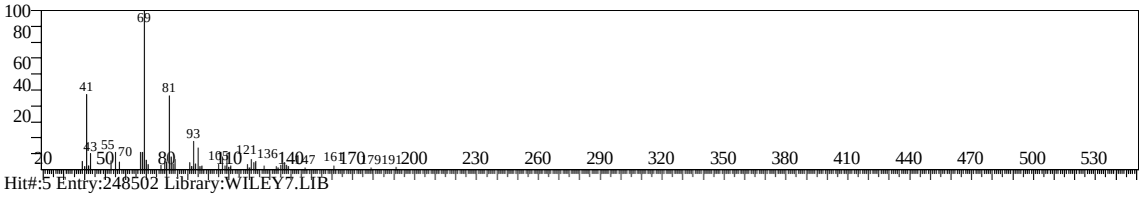
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)- (CAS) Squalen $$ Supraene $$ Squalene $$ Spinacen $$ Spinacene $$ tra



Hit#:4 Entry:123362 Library:WILEY7.LIB

SI:87 Formula:C15 H26 O CAS:0-00-0 MolWeight:222 RetIndex:0

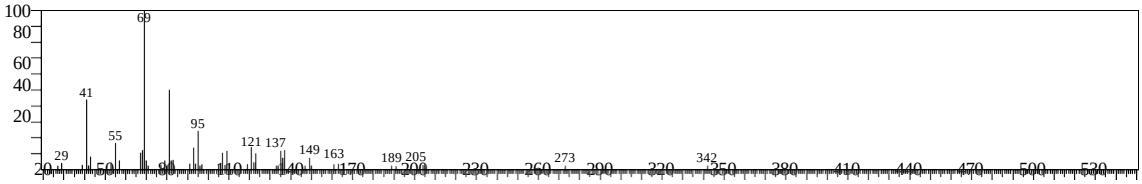
CompName:FARNESOL ISOMER A$$



Hit#:5 Entry:248502 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C25 H42 CAS:75581-03-2 MolWeight:342 RetIndex:0

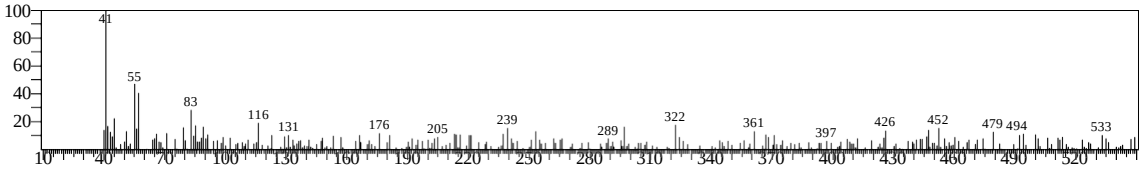
CompName:



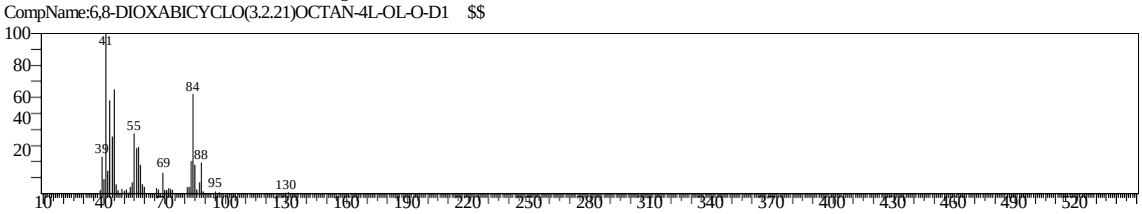
3.5 MS Asam Fosfat 0,03 M Potensial listrik 3 V (6 Jam)

Library

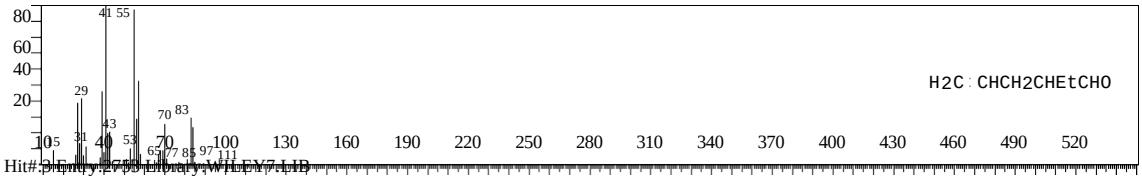
<< Target >>
Line#:1 R.Time:21.600(Scan#:4321)
MassPeaks:291RawMode:Averaged21.595-21.605(4320-4322)
BasePeak:41.10(419) BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



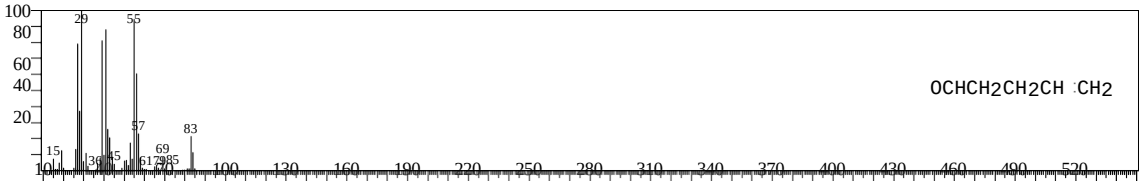
Hit#:1 Entry:21210 Library:WILEY7.LIB
SI:54Formula:C6H9 D O3 CAS:0-00-0 MolWeight:130 RetIndex:0
CompName:6,8-DIOXABICYCLO(3.2.21)OCTAN-4L-OL-O-D1 $$



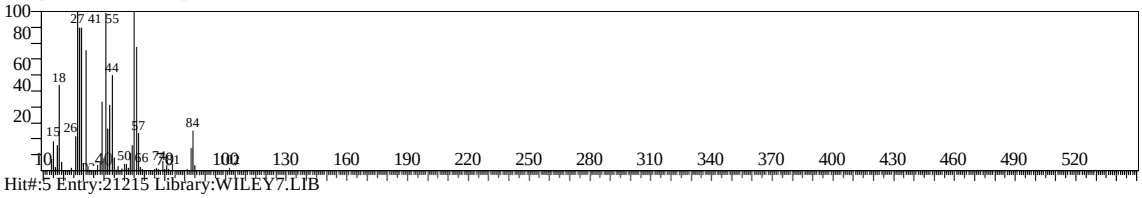
Hit#:2 Entry:10774 Library:WILEY7.LIB
SI:53Formula:C7H12 O CAS:5204-80-8 MolWeight:112 RetIndex:0
CompName:4-Pentenal,2-ethyl- (CAS) 2-ETHYL-4-PENTENAL $$ 100



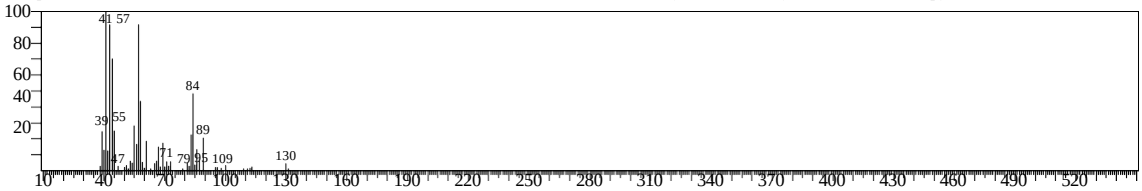
Hit#:3 Entry:27[illegible] Library:WILEY7.LIB
SI:53 Formula:C5 H8 O CAS:2100-17-6 MolWeight:84 RetIndex:0
CompName:4-Pentenal (CAS) 4-Pentenal- $$



Hit#:4 Entry:7546 Library:WILEY7.LIB
SI:53 Formula:C5 H10 O2 CAS:0-00-0 MolWeight:102 RetIndex:0
CompName:Tetrahydropyran-2-ol $$



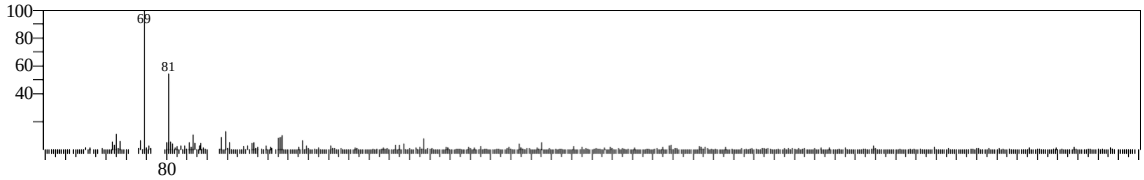
Hit#:5 Entry:21215 Library:WILEY7.LIB
SI:53 Formula:C6 H10 O3 CAS:14241-58-8 MolWeight:130 RetIndex:0
CompName:1,6-ANHYDRO-2,4-DIDEOXY-BETA-D-ARABO-HEXOPYRANOSE $$ 1,6-Anhydro-2,4-dideoxy-.beta.-D-arabo-hexopyranose $$ .beta.-D-thre



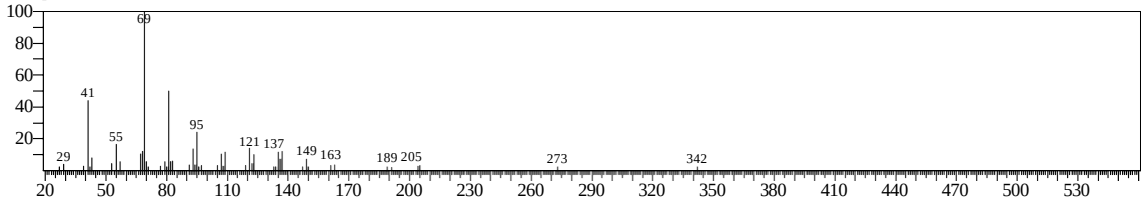
3.6 MS Asam Fosfat 0,03 M Potensial listrik 3 V (6 Jam)

Library

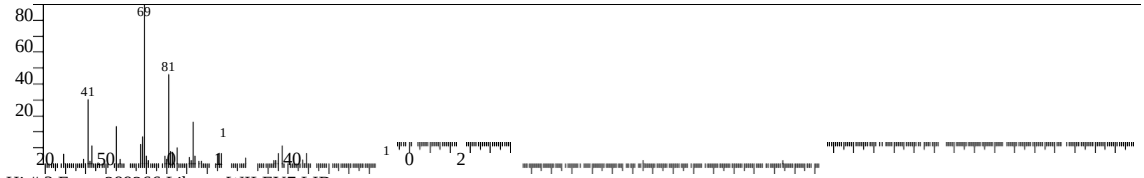
<< Target >>
Line#:1 R.Time:24.175(Scan#:4836)
MassPeaks:289RawMode:Averaged24.170-24.180(4835-4837)
BasePeak:69.05(3985) BG Mode:Calc. from Peak Group 1 -Event 1



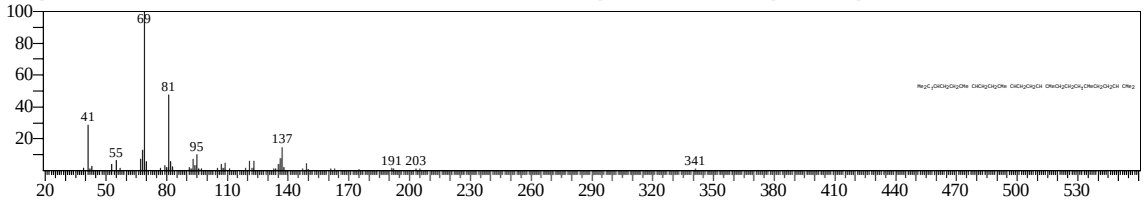
Hit#:1 Entry:248502 Library:WILEY7.LIB
SI:82 Formula:C25 H42 CAS:75581-03-2 MolWeight:342 RetIndex:0
CompName:



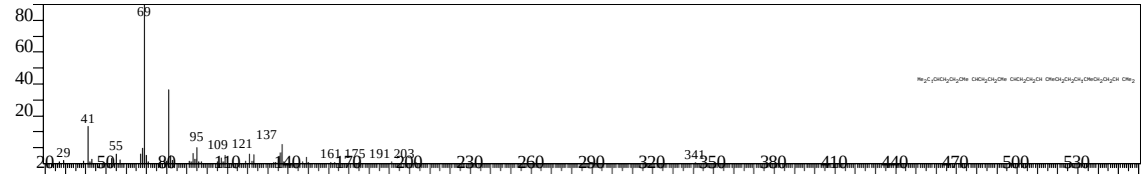
Hit#:2 Entry:275903 Library:WILEY7.LIB
SI:82 Formula:C27 H44 O CAS:0-00-0 MolWeight:384 RetIndex:0
CompName:DOCOSA-2,6,10,14,18-PENTAEN-22-AL,2,6,10,15,18-PENTAMETHYL-, ALLTRANS$$ 100



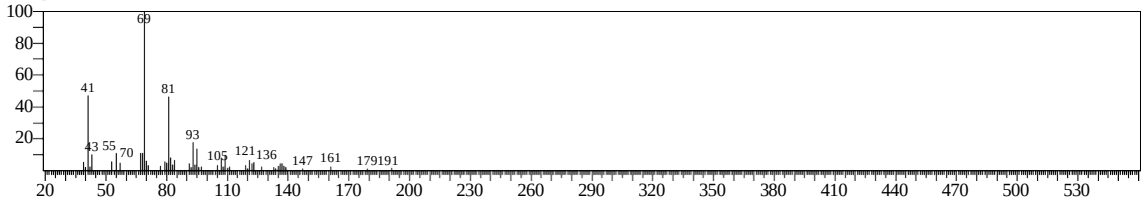
Hit#:3 Entry:289266 Library:WILEY7.LIB
SI:82 Formula:C30 H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0
CompName:2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene $$ Skvalen $$ Supraene $$ Spinacene $$ 2,6,10,15,19,23-HEXA



Hit#:4 Entry:289263 Library:WILEY7.LIB
SI:82Formula:C30H50 CAS:7683-64-9 MolWeight:410 RetIndex:0
CompName:2,6,10,15,19,23-HEXAMETHYL-2,6,10,14,18,22,-TETRACOSAHEXAENE$$ 100



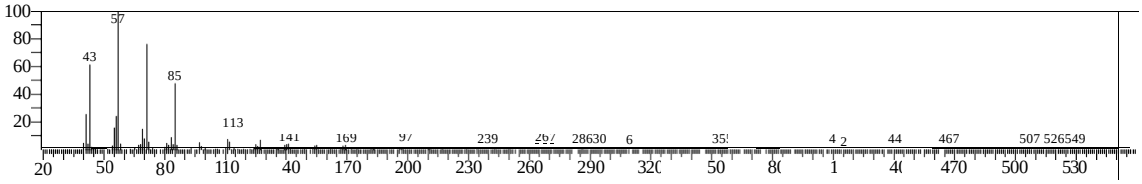
Hit#:5 Entry:123362 Library:WILEY7.LIB
SI:81 Formula:C15 H26 O CAS:0-00-0 MolWeight:222 RetIndex:0
CompName:FARNESOL ISOMER A$$



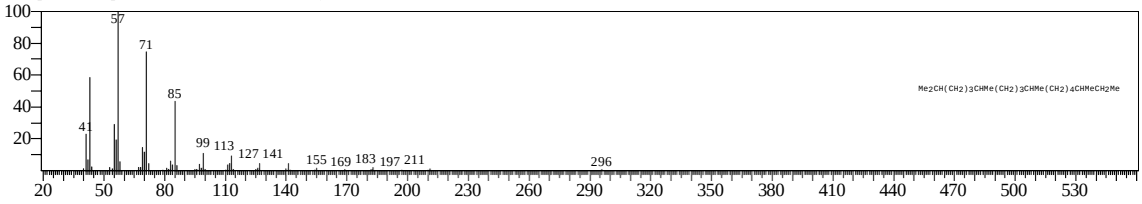
3.7 MS Asam fosfat 0,03 M Potensial listrik 3V 2 jam

Library

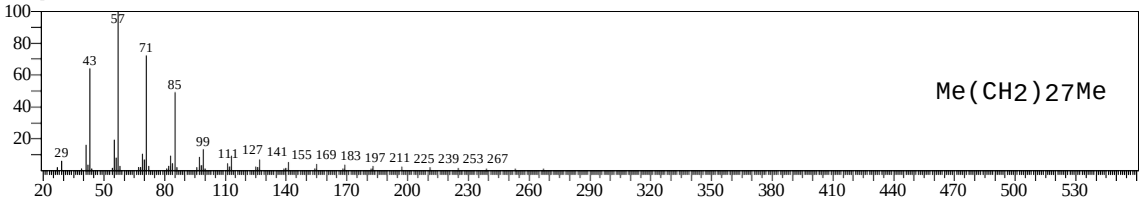
<< Target >>
Line#:1 R.Time:16.285(Scan#:3258)
MassPeaks:293RawMode:Averaged16.280-16.290(3257-3259)BasePeak:57.10(17551)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



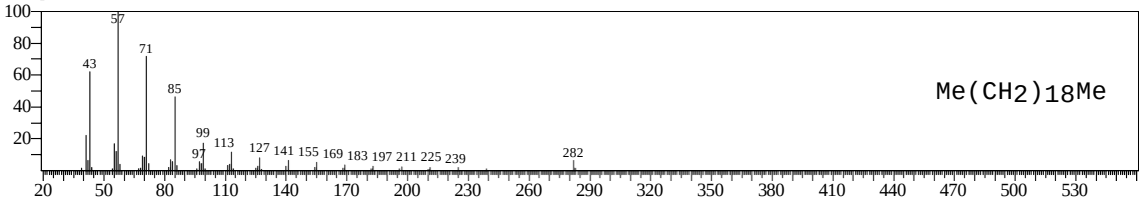
Hit#:1 Entry:207678 Library:WILEY7.LIB
SI:93 Formula:C21 H44 CAS:54833-48-6 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl- (CAS) 2,6,10,15-TETRAMETHYLHEPTADECANE $$



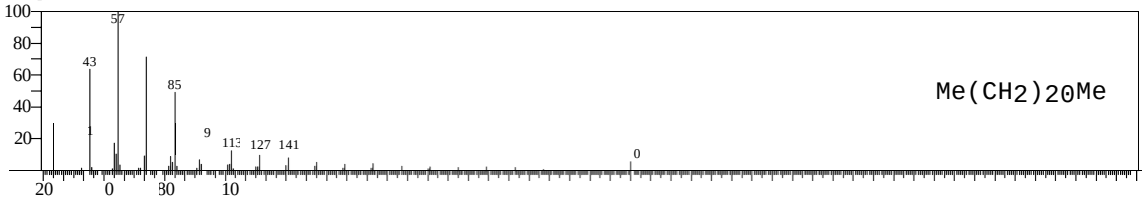
Hit#:2 Entry:288437 Library:WILEY7.LIB
SI:93 Formula:C29 H60 CAS:630-03-5 MolWeight:408 RetIndex:0
CompName:Nonacosane (CAS) n-Nonacosane $$



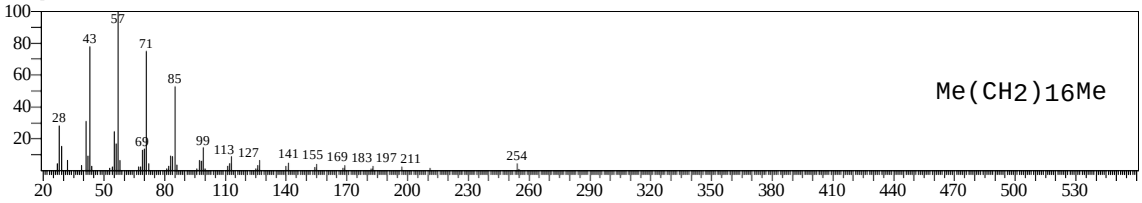
Hit#:3 Entry:193401 Library:WILEY7.LIB
SI:93 Formula:C20 H42 CAS:112-95-8 MolWeight:282 RetIndex:0
CompName:Eicosane (CAS) n-Eicosane $$



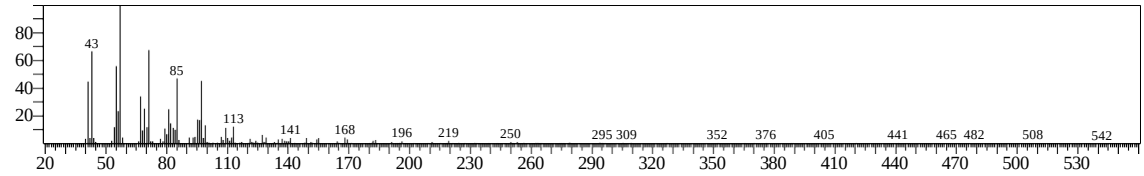
Hit#:4 Entry:221428 Library:WILEY7.LIB
SI:93Formula:C22H46 CAS:629-97-0 MolWeight:310 RetIndex:0
CompName:Docosane(CAS) n-Docosane $$ C22H46 STANDARD $$ Normal-docosane $$



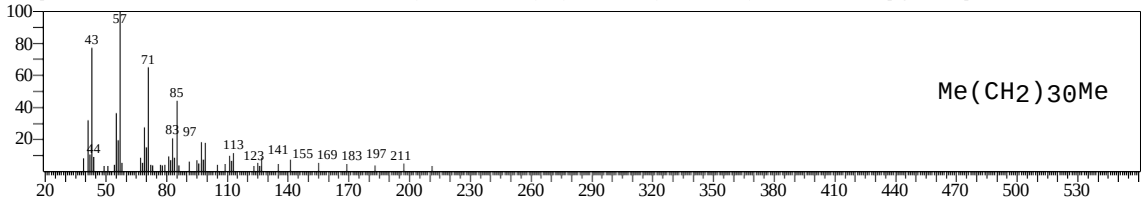
Hit#:5 Entry:162353 Library:WILEY7.LIB
SI:93 Formula:C18 H38 CAS:593-45-3 MolWeight:254 RetIndex:0
CompName:Octadecane (CAS) n-Octadecane $$ Octadecan $$



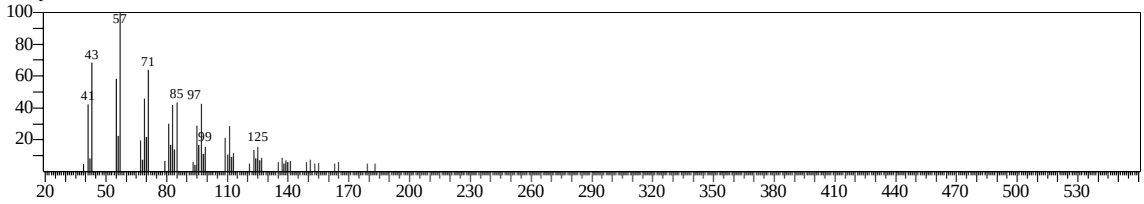
<< Target >>
Line#:2 R.Time:16.985(Scan#:3398) MassPeaks:295RawMode:Averaged16.980-16.990(3397-3399)BasePeak:57.10(15675)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



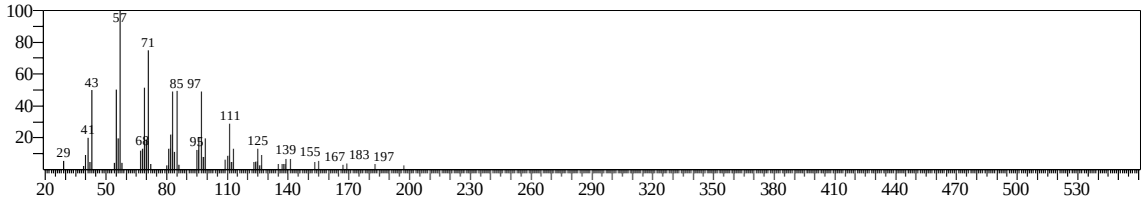
Hit#:1 Entry:304720 Library:WILEY7.LIB
SI:85 Formula:C32 H66 CAS:544-85-4 MolWeight:451 RetIndex:0
CompName:Dotriacontane (CAS) n-Dotriacontane $$ Bicetyl $$ Tris(trimethylsilyl)ether, methyl ester of ethyl anthranilate azo pigment(.alpha.z) of bilivubin-1



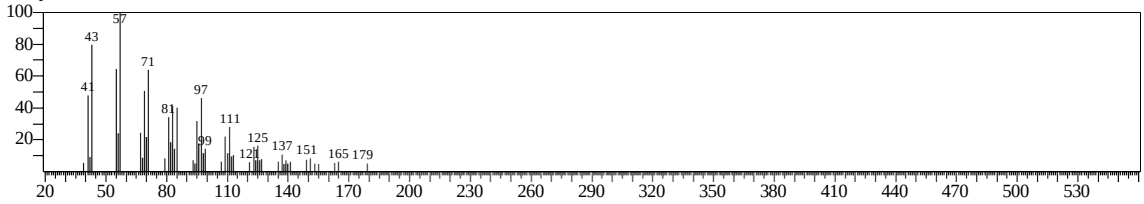
Hit#:2 Entry:199738 Library:WILEY7.LIB
SI:84 Formula:C21 H36 CAS:0-00-0 MolWeight:288 RetIndex:0
CompName:14-.BETA.-H-PREGNA $$ 14-.BETA.-PREGNA $$ 14B-PREGNANE $$



Hit#:3 Entry:337461 Library:WILEY7.LIB
SI:84 Formula:C54 H108 BR2 CAS:0-00-0 MolWeight:915 RetIndex:0
CompName:TETRAPENTACONTAN, 1,54-DIBROMO- $$



Hit#:4 Entry:199739 Library:WILEY7.LIB
SI:84 Formula:C21 H36 CAS:0-00-0 MolWeight:288 RetIndex:0
CompName:14-.BETA.-H-PREGNA $$ 14-.BETA.-PREGNA $$ 14B-PREGNANE $$



Hit#:5 Entry:325966 Library:WILEY7.LIB
SI:84Formula:C38H74 D4 O2 CAS:56599-37-2 MolWeight:567 RetIndex:0
CompName:DIOCTADECYLOXY-1,1,2,2-TETRADEUTERIO ETHANE $$

