

KONVERSI MINYAK SAWIT, MINYAK JAGUNG DAN MINYAK BIJI BUNGA MATAHARI SEBAGAI ALTERNATIF PLASTICIZER MELALUI PROSES DEKARBOKSILASI

Santoso B¹, Bondan A.T², Apriani R³, Agustriyani P⁴, Aprilista, A¹, Setiawan R.O¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang

² Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Palembang

³Prodi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

⁴Prodi Rekayasa Minyak dan Gas Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera Lampung

*Corresponding author e-mail: budisantosokimia@unsri.ac.id

ABSTRAK: Plasticizer berupa minyak mineral sebagian besar dihasilkan dari proses pengolahan berbasis minyak bumi yang terdiri dari minyak parafinik, naftenik, dan aromatik. Minyak nabati berpotensi menjadi sumber alternatif bahan baku plasticizer berbasis biologi, dengan cara dimodifikasi secara kimia untuk mendapatkan hidrokarbon yang setara dengan minyak bumi, salah satunya dengan dekarboksilasi. Penelitian ini menggunakan minyak nabati yang terdiri dari minyak sawit, minyak jagung, dan minyak biji bunga matahari. Proses dekarboksilasi dilakukan secara batch dengan kondisi terbuka menggunakan katalis heterogen jenis TiO₂, dengan suhu reaksi 250 °C, 300 °C, dan 350 °C. Parameter uji untuk mengamati reaksi dekarboksilasi adalah sifat fisis dan kandungan kimia hidrokarbon yang dihasilkan. Densitas terkecil diperoleh dari minyak bunga matahari pada suhu 350 °C yaitu sebesar 0,9262 g/mL. Viskositas tertinggi diperoleh dari minyak sawit pada suhu 350°C yaitu sebesar 137,8377 cSt. Sementara viskositas terkecil diperoleh dari minyak bunga matahari pada suhu 320 °C yaitu sebesar 43,3433 cSt. Persentase konversi minyak tertinggi yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 95,5803% dari minyak sawit pada suhu 350 °C, sedangkan konversi terendah adalah 86,1483% dari minyak bunga matahari pada suhu 250 °C. Rendemen tertinggi sebesar 93,6552% diperoleh dari minyak sawit pada suhu 250 °C. Analisis GC-MS minyak bunga matahari pada suhu 300°C merupakan yang terbaik dari semua sampel, ditunjukkan dari fraksi C₁₂C₂₄ yang merupakan gugus olefin, dan fraksi C₁₅-C₂₄ yang cenderung merupakan gugus parafin. Reaksi dekarboksilasi tidak menghasilkan fraksi ringan dan memimpin proses fraktur hidrokarbon. Dengan demikian, minyak sayur ditemukan cocok untuk digunakan sebagai alternatif plasticizer berbasis bio sebagai pengganti plasticizer berbasis minyak bumi.

Kata Kunci: Minyak Jagung, Dekarboksilasi, Minyak Sawit, Plastisisasi, Minyak Bunga Matahari

ABSTRACT: Plasticizers in the form of mineral oil are produced from petroleum-based processing which consist of paraffinic, naphthenic and aromatic oils. Vegetable oil has the potential to be an alternative source of raw materials for biological-based plasticizers, by chemically modified to get hydrocarbons equivalent to petroleum oil, such as by decarboxylation. This study used vegetable oil consists of palm oil, corn oil and sunflower seed oil. The decarboxylation process was carried out in batches with open conditions using a heterogeneous catalyst of type TiO₂, with reaction temperature was 250 °C, 300 °C, and 350 °C. The test parameters for observing the decarboxylation reaction are physical properties and chemical content of the resulting hydrocarbons. The smallest density was obtained from sunflower oil at 350 °C which is equal to 0.9262 g/mL. The highest viscosity is obtained from palm oil at 350°C which is 137.8377 cSt. While the smallest viscosity is obtained from sunflower oil at a temperature of 320 °C which is equal to 43,3433 cSt. The highest percentage of oil conversion obtained in this study was 95.5803% of palm oil at 350 °C, while the lowest conversion was 86.1483% from sunflower oil at 250 °C. The highest yield of 93.6552% was obtained from palm oil at 250 °C GC-MS analysis of sunflower oil at 300 °C were the best from all samples, showed from the fraction of C₁₂C₂₄ which is an olefin group, and C₁₅-C₂₄ fraction which tend to be paraffin groups. Decarboxylation reaction did not produce light fraction and lead the hydrocarbon fracture process. Thus, vegetable oil is found suitable for use as a bio-based plasticizer alternative to petroleum-

Keywords: corn oil, decarboxylation, palm oil, plasticizes, sunflower oil,

1. Pendahuluan

Minyak nabati merupakan bahan pangan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Minyak nabati berasal dari bahan baku seperti minyak sawit, minyak bunga matahari, minyak jagung, minyak kedelai, minyak ketapang (*Terminalia catappa*), dan sebagainya. Kandungan utama minyak nabati adalah asam lemak seperti asam oleat atau Omega 9, dan asam linoleat atau Omega 6 [1], [2].

Minyak sawit diperoleh dari proses pengepresan daging buah kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jaqs) yang berwarna kuning kemerahan hingga merah tua. Warna alami minyak sawit adalah merah karena kandungan betakarotennya yang tinggi. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti sawit yang dihasilkan dari inti buah yang sama. Perbedaannya terletak pada warna (minyak inti sawit tidak memiliki karotenoid), dan kandungan lemak jenuhnya. Asam lemak jenuh yang terkandung dalam minyak inti aprikot adalah 6,3 (g/100g minyak), 86,5 (g/100g minyak) dalam minyak kelapa, sedangkan 49,3 (g/100g minyak) terkandung dalam minyak sawit [3].

Sebagian besar asam lemak yang terkandung dalam minyak sawit merupakan asam lemak jenuh, yaitu asam palmitat. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal antar atom karbon penyusunnya, sedangkan asam lemak tak jenuh memiliki paling sedikit satu ikatan rangkap antar atom karbon penyusunnya. Asam lemak jenuh lebih stabil (tidak mudah bereaksi) dibandingkan asam lemak tak jenuh. Asam lemak trans dihasilkan melalui isomerisasi langsung konfigurasi cis ikatan rangkapnya masing-masing tanpa terjadi pergeseran kedudukannya. [4]. Ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh mudah bereaksi dengan oksigen. Adanya ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh membuatnya memiliki dua bentuk, cis yang tidak stabil dan trans yang stabil. Asam palmitat yang terkandung dalam minyak sawit sebesar 32-59% (Godin dan Spensley, 1971).

Minyak jagung diperoleh dengan mengekstrak bagian kelembagaan biji jagung. Persentase trigliserida dalam minyak jagung sekitar 98,6%, sedangkan sisanya adalah non-minyak, seperti abu, air, pewarna atau lilin. Asam lemak yang membentuk minyak jagung terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Jumlah asam lemak jenuh dalam minyak jagung sekitar 13% dan sisanya 86% adalah asam lemak tak jenuh. Kandungan asam lemak utama dalam minyak jagung adalah 56,8% asam linoleat dan 30,1% asam oleat (Ketaren, 1986). Minyak biji bunga matahari mengandung 91% lebih banyak asam lemak tak jenuh daripada oleat dan linoleat yang ditemukan dalam minyak kedelai, kacang tanah, jagung, minyak sawit, sehingga baik untuk kesehatan (Suprpto dan Supanjani, 2009). Minyak biji bunga matahari mengandung 44,72% asam linoleat dan 40-55% asam oleat (Rukmana, 2004).

Minyak sayur dapat menggantikan minyak mineral seperti pelumas dan cairan hidrolik, atau hanya

memerlukan modifikasi kimia kecil untuk menggantikan bahan baku yang berasal dari petrokimia [5]. Dekarboksilasi adalah reaksi kimia di mana gugus karboksil (-COOH) dilepaskan dari molekul sebagai karbon dioksida (CO₂). Hampir semua asam karboksilat ketika dipanaskan pada suhu tinggi mengalami reaksi dekarboksilasi termal. Reaksi dekarboksilasi sering memerlukan pemanasan ekstensif dalam pelarut dengan titik didih tinggi. Dibandingkan dengan proses reaksi Hidrodeoksigenasi (HDO), reaksi dekarboksilasi (deCOx) memerlukan lebih sedikit atau tidak ada senyawa hidrogen yang membuat prosesnya lebih murah. Keuntungan lain dari dekarboksilasi adalah dapat terjadi pada tekanan yang relatif rendah.

Chen dkk. (2016) melaporkan bahwa dekarboksilasi atau dekarbonilasi merupakan reaksi yang sensitif terhadap suhu karena keduanya merupakan reaksi endotermik yang membutuhkan suhu lebih tinggi. Sementara itu, hidrodeoksigenasi merupakan reaksi eksotermik. Dekarboksilasi termal asam lemak dan esternya menghasilkan rendemen hidrokarbon yang lebih rendah pada suhu sedang (<400 °C), yang jelas menunjukkan bahwa proses ini membutuhkan katalis untuk meningkatkan laju reaksi.

Aktivitas katalitik yang diharapkan dalam reaksi dekarboksilasi ini adalah aktivitas pemotongan ikatan C=O yang tinggi untuk dekarboksilasi dan aktivitas fraktur CC yang rendah. Titanium dioksida (TiO₂) banyak digunakan sebagai katalis karena senyawa TiO₂ bersifat inert, memiliki stabilitas termal yang baik, tidak beracun, tahan terhadap suhu tinggi, dan memiliki aktivitas katalis yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kompatibilitas dalam matriks karet minyak nabati dengan modifikasi kimia untuk mendapatkan hidrokarbon yang setara dengan minyak bumi melalui proses dekarboksilasi pada berbagai suhu dengan menggunakan TiO₂ sebagai katalis.

2. METODE EKSPERIMENTAL

2.1. Bahan

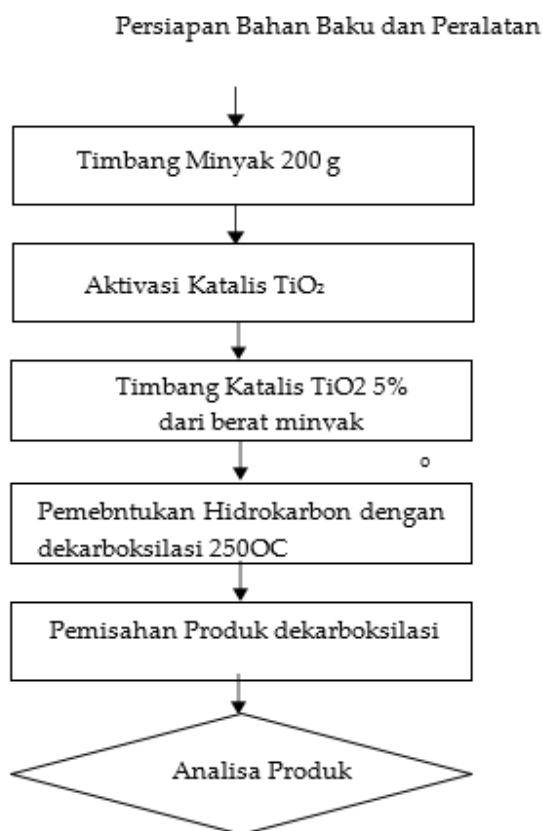
Bahan-bahan yang digunakan adalah minyak sawit, minyak jagung, minyak bunga matahari, TiO₂, dan akuades. Minyak-minyak ini diperoleh dari pasar di Indonesia.

2.2. Prosedur Pengujian

2.2.1 Persiapan bahan

Disiapkan 200 ml minyak sawit, minyak jagung, dan minyak biji bunga matahari masing-masing dalam gelas kimia. Kemudian, katalis TiO₂ disiapkan dengan menimbang 5% berat masing-masing sampel minyak menggunakan neraca analitik.

Rancangan penelitian eksperimental dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2.2 Proses Aktivasi Fisik Katalis TiO_2

Katalis TiO_2 diaktivasi secara fisik dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam sebelum digunakan dalam setiap minyak nabati. Setelah diaktivasi, katalis ditimbang sebanyak 5% dari berat minyak.

2.2.3 Proses Dekarboksilasi Minyak Nabati

Sebanyak 200 ml sampel minyak sawit, minyak jagung, dan minyak biji bunga matahari dimasukkan ke dalam gelas kimia berisi katalis TiO_2 . Kemudian, minyak dan katalis TiO_2 diaduk hingga tercampur rata menggunakan batang pengaduk. Kemudian, pelat pemanas dinyalakan dan pengaduk magnetik dimasukkan ke dalam gelas kimia berisi sampel minyak yang akan didekarboksilasi. Kecepatan pengadukan diatur konstan pada 200 rpm (Yang dkk., 2017). Sampel minyak dipanaskan menggunakan pelat pemanas dari suhu ruang hingga mencapai suhu operasi yang diinginkan, yaitu 250°C , 300°C , dan 350°C , yang dipilih berdasarkan titik didih masing-masing minyak nabati.

Setelah suhu operasi tercapai, reaksi dipertahankan selama 3 jam. Setelah reaksi selesai, minyak dibiarkan pada suhu tinggi selama beberapa saat agar suhunya turun.

2.2.4. Proses Pemisahan Produk Dekarboksilasi

Sampel minyak dipisahkan dengan sedimentasi selama 1 hari menggunakan prinsip perbedaan densitas dan gravitasi, sehingga katalis TiO_2 berupa padatan yang mengendap. Setelah katalis TiO_2 mengendap, sampel minyak didekantasi perlahan menggunakan batang pengaduk ke dalam gelas kimia lain agar minyak terpisah dari katalis. Sedimentasi dan dekantasi dilakukan beberapa kali hingga katalis TiO_2 yang masih tersisa dalam sampel minyak dapat terpisah dengan baik.

2.2.5. Pengukuran Kepadatan

Uji densitas dilakukan untuk mengukur densitas produk yang telah didekarboksilasi menggunakan piknometer. Piknometer kosong ditimbang dan massanya dicatat. Kemudian, piknometer yang berisi sampel minyak yang telah didekarboksilasi ditimbang kembali dan massanya dicatat. Perhitungan densitas dilakukan dengan membagi selisih massa piknometer dengan volume piknometer.

2.2.6 Pengukuran Viskositas

Uji viskositas dilakukan untuk mengukur viskositas produk yang telah didekarboksilasi menggunakan bak viskometer KV6 dengan standar ASTM D-445. Penentuan viskositas sampel dilakukan menggunakan bak viskometer dan data diperoleh berupa lamanya waktu sampel mengalir turun dari batas tabung kapiler kecil hingga ke dasar tabung kapiler kecil. Perhitungan kinematik viskositas (mm^2/s) dilakukan dengan mengalikan konstanta viskositas pada suhu 40°C ($0,1001 \text{ mm}^2/\text{s}$) dengan lamanya waktu.

2.2.7 Perhitungan Hasil Produk Dekarboksilasi

Persentase hasil dapat dihitung dengan membandingkan massa produk dekarboksilasi dengan massa minyak awal.

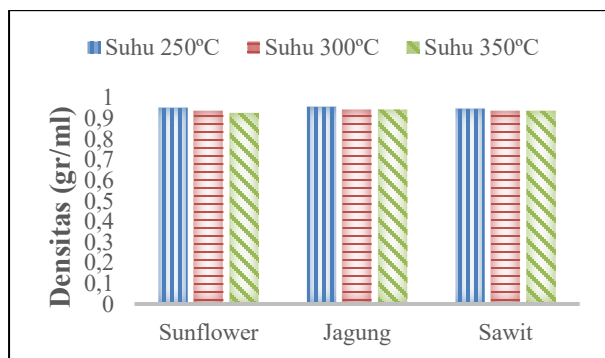
2.2.8 Perhitungan Konversi Produk Dekarboksilasi

Tujuan perhitungan konversi adalah untuk mengetahui jumlah senyawa hidrokarbon yang terbentuk dari reaktan awal, yaitu minyak nabati. Perhitungan konversi dilakukan dengan membagi massa yang bereaksi dengan massa berat awal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Suhu Reaksi terhadap Densitas Minyak Dekarboksilasi yang Dihasilkan

Kepadatan suatu bahan tidak sama di setiap bagiannya, tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Kepadatan minyak nabati akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu. Penurunan kepadatan ini disebabkan oleh peningkatan volume minyak dengan massa konstan pada suhu tinggi. Berdasarkan perhitungan nilai kepadatan dari tiga jenis minyak nabati dalam penelitian ini, dapat dilihat bahwa ada fenomena penurunan nilai kepadatan karena peningkatan suhu reaksi selama proses. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini yang menyatakan hubungan kepadatan dengan suhu reaksi proses dekarboksilasi beberapa asam lemak.



Gambar 2. Kepadatan minyak nabati sebelum dan sesudah dekarboksilasi

Berdasarkan Gambar 2 di atas, densitas tertinggi diperoleh dari minyak jagung pada suhu 250°C, yaitu 0,9556 g/ml. Sementara densitas terendah diperoleh dari minyak bunga matahari pada suhu 350°C, yaitu 0,9262 g/ml.

Perbedaan densitas pada kesembilan sampel dipengaruhi oleh berat molekul minyak. Semakin tinggi berat molekul sampel, semakin tinggi pula densitasnya, yang terjadi pada sampel minyak jagung, minyak sawit, dan minyak bunga matahari pada suhu 250°C.

Sementara itu, nilai minyak terdekarboksilasi yang lebih rendah pada sampel minyak pada suhu 350°C menunjukkan berat molekul minyak yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi dekarboksilasi berlangsung cukup baik pada kondisi operasi tersebut, karena beberapa asam lemak bebas yang terkandung seperti oleat, linoleat, dan palmitat mengalami dekarboksilasi sehingga berat molekul minyak menjadi lebih rendah. Selain itu, karena adanya endapan senyawa karbon pada beberapa sampel, densitasnya lebih tinggi, karena karbon sulit dipisahkan dari sampel hasil dekarboksilasi.

Salah satu produk plasticizer yang akan digunakan sebagai pembanding minyak dekarboksilasi adalah Minarex, sehingga perlu dilakukan perbandingan

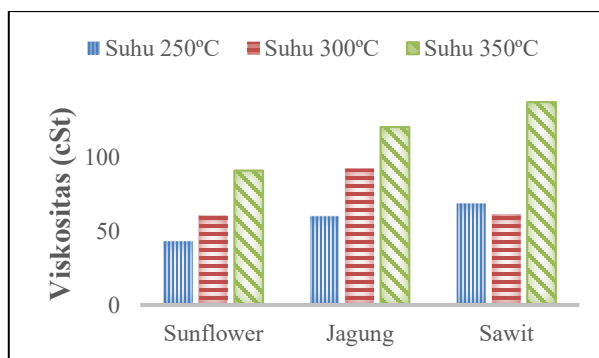
sifat fisis densitas produk komersial minarex dengan minyak dekarboksilasi. Minarex terdiri dari 3 jenis yaitu minarex I, H, dan A.

Berdasarkan standar Minarex, dapat dilihat bahwa densitas produk dekarboksilasi hampir mendekati densitas produk Minarex komersial, yaitu berkisar antara 0,9262-0,9556 g/ml. Densitas produk dekarboksilasi ini hampir mendekati karakteristik produk komersial Minarex A dan B, terutama densitas sampel minyak pada suhu 250°C.

Kepadatan minyak sangat dipengaruhi oleh keberadaan katalis selama proses dekarboksilasi. Aktivitas katalis dapat memengaruhi karakteristik produk hidrokarbon yang dihasilkan. Faktor luas permukaan juga merupakan faktor yang menyebabkan penurunan kepadatan. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya molekul minyak nabati yang bereaksi akibat fenomena reaksi katalisis di permukaan.

3.2 Pengaruh Suhu Reaksi terhadap Viskositas Minyak Hasil Dekarboksilasi

Viskositas menggambarkan hambatan dalam fluida untuk mengalir dan dapat diartikan sebagai cara untuk mengukur gesekan fluida. Gaya tarik antarmolekul yang besar dalam cairan akan menghasilkan viskositas yang tinggi. Perbandingan viskositas beberapa sampel minyak yang telah didekarboksilasi dengan suhu reaksi dapat dilihat pada diagram pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Viskositas minyak nabati sebelum dan sesudah dekarboksilasi

Berdasarkan Gambar 3 di atas, viskositas minyak yang telah didekarboksilasi cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu reaksi. Pada sampel minyak bunga matahari, viskositas sampel meningkat seiring dengan peningkatan suhu reaksi. Viskositas minyak bunga matahari pada suhu 250°C adalah 43,3433 cSt. Pada suhu 300°C, viskositas minyak bunga matahari adalah 60,5605 cSt, sedangkan nilai viskositas minyak bunga matahari tertinggi terjadi pada suhu 350°C, yaitu sebesar 91,2912 cSt. Peningkatan viskositas pada sampel minyak yang telah didekarboksilasi dipengaruhi oleh keberadaan katalis TiO_2 di dalamnya. Hal ini terjadi

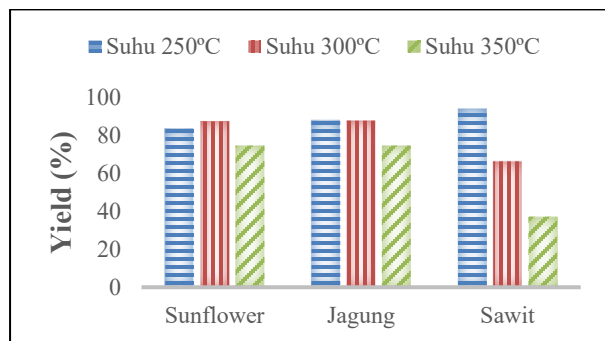
karena katalis TiO_2 dengan fase padat masih terdispersi dalam sampel minyak dan masih ada beberapa yang belum terpisah dengan baik pada proses dekantasi dan sedimentasi.

Pada sampel minyak jagung, viskositas juga meningkat seiring dengan peningkatan suhu reaksi. Sementara itu, viskositas sampel minyak sawit tidak meningkat secara konstan, dan cenderung berfluktuasi.

Perbedaan suhu uji viskositas menyebabkan nilai viskositas yang berbeda. Sampel minyak hasil dekarboksilasi diuji pada suhu 40°C , sedangkan produk komersial Minarex diuji pada suhu 210°F atau setara dengan 100°C . Hal ini menyebabkan viskositas minyak hasil dekarboksilasi sekitar 2,5 kali lebih besar dibandingkan dengan produk komersial, sehingga jika diuji pada suhu yang sama akan menghasilkan nilai viskositas yang sesuai dengan spesifikasi produk Minarex. Semakin tinggi suhu maka nilai viskositas akan semakin rendah. Hal ini menyebabkan waktu tetes minyak dari pipa kapiler atas pada pipa kapiler bawah dalam bak viskometer terjadi lebih cepat dan mengakibatkan waktu ukur menjadi lebih cepat dan mengakibatkan viskositas menjadi lebih rendah. Selama proses analisis viskositas dibutuhkan pelarut etanol yang berfungsi untuk membilas sisa sampel minyak yang telah diuji sebelumnya, sehingga pengukuran waktu akan lebih akurat.

3.3 Pengaruh suhu reaksi terhadap persentase hasil minyak terdekarboksilasi

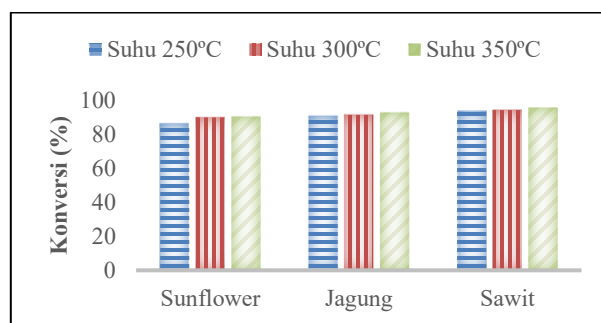
Variasi suhu operasi dilakukan untuk mendapatkan nilai rendemen terbaik dari beberapa sampel. Persentase rendemen dapat dihitung dengan membandingkan massa produk dekarboksilasi dengan massa minyak awal. Perbandingan rendemen beberapa minyak hasil proses dekarboksilasi terhadap suhu reaksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil minyak dekarboksilasi

Rendemen produk yang ditunjukkan pada Gambar 4 cenderung menurun pada setiap perlakuan, terutama untuk minyak jagung dan minyak sawit. Diagram di atas menunjukkan penurunan nilai rendemen untuk variabel suhu.

Sementara itu, hasil dekarboksilasi minyak bunga matahari berfluktuasi akibat perlakuan tertentu, seperti kehilangan panas selama proses pemisahan. Nilai konversi masing-masing minyak nabati, yaitu minyak bunga matahari, minyak jagung, dan minyak sawit, meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Hal ini disebabkan banyaknya reaktan yang terkonversi menjadi produk, yang ditunjukkan oleh banyaknya senyawa yang bereaksi. Produk yang dihasilkan dalam proses dekarboksilasi ini berada dalam fase gas dan cair. Senyawa yang berkontraksi ringan pertama kali menguap ketika telah mencapai titik didih. Proses ini dilakukan secara terbuka, sehingga banyak kehilangan panas yang terjadi selama proses pemanasan.



Gambar 5. Perbandingan konversi produk dekarboksilasi terhadap suhu reaksi

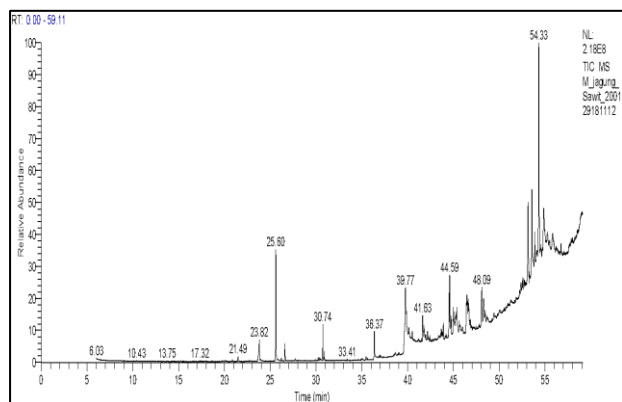
Konversi tertinggi diperoleh sebesar 95,5803% dari sampel minyak sawit pada suhu operasi 350°C , sedangkan konversi terendah sebesar 86,1483% dari sampel minyak bunga matahari pada suhu operasi 250°C . Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Raut, dkk. (2016) mengenai "Dekarboksilasi katalitik minyak nabati pada kondisi tiga dimensi mesopori silika-didukung Pd" menggunakan bahan baku berupa minyak jarak yang didekarboksilasi dengan Pd yang didukung silika. Konversi asam oleat tertinggi adalah 85% pada suhu 325°C . Hal ini disebabkan oleh sifat hidrofobisitas permukaan dan dispersi logam yang lebih tinggi. Sifat asam lemak memengaruhi reaktivitas dan jalur reaksi. Pada suhu yang lebih tinggi (300°C ke atas), reaksi dekarboksilasi bersaing dengan hidrogenasi pada situs Pd. Berdasarkan literatur, semakin tinggi suhu, semakin besar nilai konversi menjadi produk. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh bahwa nilai konversi meningkat seiring dengan meningkatnya suhu.

3.4 Analisis GC-MS Produk Minyak Dekarboksilasi

Analisis GC-MS dilakukan pada produk minyak terdekarboksilasi untuk menentukan senyawa yang terkandung di dalamnya. Dalam penelitian ini, minyak terdekarboksilasi dianalisis dengan GCMS berdasarkan penampakan fisiknya, yaitu berwarna cokelat kehitaman, karena indikator tidak tertembus cahaya. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan antar molekul karbon

semakin erat dan juga dipengaruhi oleh dispersi katalis TiO_2 dalam sampel.

Sebelum sampel minyak disuntikkan dengan spuit, sampel tersebut harus dilarutkan terlebih dahulu dengan pelarut untuk memisahkan senyawa organik dan anorganik seperti logam. Hasil analisis GC-MS produk hidrokarbon dari sampel minyak bunga matahari dengan suhu operasi 300°C merupakan yang terbaik dibandingkan beberapa sampel lain dilihat dari kandungan hidrokarbonnya. Sampel minyak bunga matahari pada suhu operasi 300°C dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil analisis sampel minyak bunga matahari dengan GC-MS pada suhu operasi 300°C

Sampel minyak bunga matahari pada suhu 300°C memiliki penampakan berwarna coklat dan sangat kental, yang menunjukkan nilai viskositas yang tinggi. Total waktu retensi pada sampel ini adalah 59,11 menit dan terdiri dari beberapa puncak yang menunjukkan adanya senyawa hidrokarbon dalam sampel. Semakin besar nilai afinitas suatu zat terhadap fase diam, maka akan semakin lama zat tersebut tertahan dalam kolom, sehingga waktu retensinya juga akan semakin besar. Fase gerak GC yang umum digunakan adalah He , H_2 , atau N_2 . Fase gerak yang digunakan harus bersifat inert (tidak bereaksi dengan sampel dan fase diamnya). Senyawa hidrokarbon penyusun campuran yang terdapat dalam produk ini dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan kandungan hidrokarbon yang memiliki fraksi C_{12} - C_{24} . Waktu retensi 25,60 menit menunjukkan kandungan senyawa Siklopropana, nonil- yang merupakan gugus olefin, sementara waktu retensi di atas 26,21 menit menunjukkan adanya senyawa hidrokarbon rantai sedang hingga panjang dengan fraksi C_{15} - C_{24} yang cenderung berupa gugus parafin. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi dekarboksilasi berjalan dengan baik sehingga tidak menghasilkan fraksi ringan yang lebih memungkinkan terjadinya proses fraktur hidrokarbon.

Tabel 1. Senyawa Kimia Yang Terkandung Dalam Produk Minyak Bunga Matahari 300°C

Waktu Penyimpanan (menit)	Senyawa Kimia	Rumus Molekul	Luas %
25,60	Siklopropana, nonil-	$\text{C}_{12}\text{H}_{24}$	4,15
26,21	Pentadecana, 7metil-	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	0,08
26,21	Hexadecane	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	0,08
26,21	Pentadecane	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	0,08
30,38	8-Heptadecene	$\text{C}_{17}\text{H}_{34}$	0,13
38,64	9-Nonadecene	$\text{C}_{19}\text{H}_{38}$	0,27
38,64	10-Heneikosen	$\text{C}_{21}\text{H}_{42}$	0,27
	(c,t)		
43,68	Siklotetrakosana	$\text{C}_{24}\text{H}_{48}$	0,45
55,82	Heptadecana, 9heksil-	$\text{C}_{23}\text{H}_{46}$	2,53

4 KESIMPULAN

Secara ringkas, penggunaan katalis TiO_2 dapat meningkatkan proses pemutusan ikatan karboksil asam oleat, linoleat, dan palmitat dari masing-masing minyak, sehingga meningkatkan konversi dan yield produk dekarboksilasi. Perbedaan jenis asam lemak dominan beberapa minyak nabati mempengaruhi kondisi operasi proses dekarboksilasi, terutama suhu reaksi akibat perbedaan titik didih. Semakin tinggi suhu, nilai konversi menjadi produk semakin besar. Konversi tertinggi diperoleh pada minyak kelapa sawit, jagung, dan bunga matahari sebesar 95,5803%; 92,7514%; 90,3613%. Yield produk dekarboksilasi dari minyak nabati cenderung menurun seiring dengan meningkatnya suhu reaksi akibat adanya kerugian karena dilakukan secara sistem terbuka. Yield tertinggi diperoleh pada minyak kelapa sawit, jagung, dan bunga matahari sebesar 93,6552%; 87,6600%; 87,1917%. Sampel minyak bunga matahari pada suhu 250°C memiliki karakteristik yang mendekati produk Minarex-H dilihat dari densitas dan viskositasnya. Densitas minyak bunga matahari pada suhu 250°C adalah 0,9503 g/ml, sedangkan viskositas kinematik minyak bunga matahari pada suhu 350°C adalah 91,2912 cSt.

Referensi

- [1] J. J. Dinicolantonio and J. H. O'Keefe, "Omega-6 vegetable oils as a driver of coronary heart disease: The oxidized linoleic acid hypothesis," *Open Heart*, vol. 5, no. 2, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1136/openhrt-2018-000898.
- [2] N. H. Choulis, *Miscellaneous Drugs, Materials, Medical Devices, and Techniques*, 1st ed., vol. 33, no. 1. Elsevier B.V., 2011.

- [3] S. C. Savva and A. Kafatos, *Vegetable Oils: Dietary Importance*, 1st ed. Elsevier Ltd., 2015.
- [4] H. J. Heipieper, F. Meinhardt, and A. Segura, "The cis-trans isomerase of unsaturated fatty acids in *Pseudomonas* and *Vibrio*: Biochemistry, molecular biology and physiological function of a unique stress adaptive mechanism," *FEMS Microbiol. Lett.*, vol. 229, no. 1, pp. 1–7, 2003, doi: 10.1016/S0378-1097(03)00792-4.
- [5] D. C. Taylor, M. A. Smith, P. Fobert, E. Mietkiewska, and R. J. Weselake, *Metabolic Engineering of Higher Plants to Produce Bio-Industrial Oils*, 2nd ed., vol. 4. Elsevier B.V., 2011.
- [6] J. Fu *et al.*, "Activated Carbons for Hydrothermal Decarboxylation of Fatty Acids," *ACS Catalysis*, vol. 1, no. 1, pp. 227–231, 2011.
- [7] V. J. Godin and P. C. Spensley, *TPI Crop Product Digest Oil Seeds*. London: Tropical Product Institute, 1971.
- [8] F. D. Gunstone and B. Padley, *Lipid Technologies and Applications*. New York: Marcel Dekker Inc., 1997.
- [9] M. Z. Hossain *et al.*, "Continuous Hydrothermal Decarboxylation of Fatty Acids and Their Derivatives into Liquid Hydrocarbons Using Mo/Al₂O₃ Catalyst," *ACS Omega*, vol. 3, no. 1, pp. 7046–7060, 2018.
- [10] M. Z. Hossain, *Hydrothermal Decarboxylation of Fatty Acids and Their Derivatives for Liquid Transportation Fuels*. Thesis, Western University, 2017.
- [11] H. McGee, *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. New York: Macmillan Library Reference, 2004.
- [12] R. Raut, V. V. Banakar, and S. Darbha, "Catalytic Decarboxylation of Non-Edible Oils over Three-Dimensional, Mesoporous Silica-Supported Pd," *J. Mol. Catal.*, vol. 417, pp. 126–134, 2016.
- [13] R. D. Rieke, D. Thakur, B. Roberts, and T. White, "Fatty Methyl Ester Hydrogenation to Fatty Alcohol Part I: Correlation Between Catalyst Properties and Activity/Selectivity," *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 74, no. 4, pp. 333–339, 1997.
- [14] R. D. Rieke, D. Thakur, B. Roberts, and T. White, "Fatty Methyl Ester Hydrogenation to Fatty Alcohol Part II: Process Issues," *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 74, no. 4, pp. 342–345, 1997.
- [15] Rukmana, *Budidaya Bunga Matahari*. Malang: Aneka Ilmu, 2004.
- [16] E. Sari, *Green Diesel Production via Catalytic Hydrogenation/Decarboxylation of Triglycerides and Fatty Acids of Vegetable Oil and Brown Grease*. Dissertation, Wayne State University, Michigan, 2013.
- [17] M. Snare, A. Mäki, K. Eränen, J. Myllyoja, and D. Y. Murzin, "Continuous Decarboxylation of Lauric Acid over Pd/C Catalyst," *Fuel*, vol. 87, pp. 3543–3549, 2009.
- [18] M. Snare, I. Kubickova, A. Mäki, K. Eränen, and D. Y. Murzin, "Heterogeneous Catalytic Deoxygenation of Stearic Acid for Production of Biodiesel," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 45, pp. 5708–5715, 2006.
- [19] Suprpto and Supanjani, "Analisis Genetik Kuantitatif dan Kompatibilitas Sendiri dan Bunga Matahari di Lahan Ultisol," *J. Akta Agrosia*, vol. 12, no. 1, pp. 89–97, 2009.
- [20] M. Tonya, D. Grubb, and M. Crocker, "Upgrading of Algae Oil to Hydrocarbon Fuel," *Science*, vol. 300, pp. 2075–2077, 2008.
- [21] P. Utami and D. S. Puspaningtyas, *The Miracle of Herbs*. Jakarta: Agro Media Pustaka, 2013.
- [22] J. Wu *et al.*, "Catalytic Decarboxylation of Fatty Acids to Aviation Fuels over Nickel Supported on Activated Carbon," *Sci. Rep.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2016.