

# DEKARBOKSILASI OKSIDATIF ASAM LAURAT DENGAN KATALIS BERBASIS MANGAN

## Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

**Khemiko** (6141801034)

**Raisa Maharani Taniandina** (6141801036)

Pembimbing :

**Dr. Ir. Tatang Hernas Soerawidjaja**

**Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2022**

# **OXIDATIVE DECARBOXYLATION OF LAURIC ACID WITH MANGANESE BASED CATALYST**

## **A Research Report**

Prepared to fulfill the final project to achieve a bachelor's  
degree in Chemical Engineering

By :

**Khemiko** (6141801034)

**Raisa Maharani Taniandina** (6141801036)

Supervisor :

**Dr. Ir. Tatang Hernas Soerawidjaja**

**Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.**



**BACHELOR OF CHEMICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : DEKARBOKSILASI OKSIDATIF ASAM LAURAT DENGAN KATALIS  
BERBASIS MANGAN**

**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 31 Mei 2022

Pembimbing 1



Dr. Ir. Tatang Hernas Soerawidjaja

Pembimbing 2



Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khemiko

NRP : 6141801034

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

#### **Dekarboksilasi Oksidatif Asam Laurat dengan Katalis Berbasis Mangan**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 31 Mei 2022

Khemiko

(6141801034)

## LEMBAR REVISI

### JUDUL : DEKARBOKSILASI OKSIDATIF ASAM LAURAT DENGAN KATALIS BERBASIS MANGAN

#### CATATAN :

1. Pada intisari, rumus kimia undekana salah. Seharusnya  $C_{11}H_{24}$ .
2. Penjelasan terkait Rancob dan Tabel ANOVA. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan ANOVA. Tambahkan dan perbaiki pembahasan terkait pengaruh faktor utama dan interaksi dua faktor. Jangan hanya menggunakan sepasang data saja.
3. Penjelasan terkait Run 17, 18, 19 dan implikasi praktisnya terkait arah penelitian ke depan. Ada faktor penting lainnya yang menghambat peningkatan konversi sehingga sejauh ini hanya bisa mencapai 36%. Padahal sesungguhnya ada potensi untuk mencapai 100%.
4. Penggunaan udara sebagai gas pengoksidasi karena lebih murah daripada oksigen.
5. Reaksi dekarboksilasi tidak perlu disarankan untuk dijalankan pada temperatur lebih tinggi karena dapat menimbulkan *bumping*.
6. Saran percobaan menggunakan logam Fe sebagai alternatif logam Cu.
7. Saran percobaan dengan meningkatkan laju alir gas pengoksidasi.

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 31 Mei 2022

Penguji 1



Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Penguji 2



Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

## INTISARI

Avtur merupakan bahan bakar pesawat terbang bermesin jet yang berasal dari minyak bumi yang berupa hidrokarbon dengan rentang atom karbon C11 – C13. Namun, penggunaan bahan bakar berbasis minyak bumi dapat menimbulkan global warming dan perubahan iklim. Untuk menanggulangi dampak buruk ini, maka diperlukan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan yaitu Sustainable Aviation Fuels (SAF). Bahan bakar terbarukan ini dibuat dengan cara mengkonversi asam lemak dalam minyak nabati, seperti asam laurat, melalui proses dekarboksilasi. Gugus CO<sub>2</sub> di salah satu ujung molekul asam laurat jika dihilangkan dengan cara di dekarboksilasi akan diperoleh undekana (C<sub>11</sub>H<sub>24</sub>) berbasis nabati.

Dekarboksilasi asam laurat dilakukan dengan bantuan sistem katalis berbasis mangan. Sistem katalis yang digunakan merupakan suspensi oksida-hidroksida CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan ZnMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dalam larutan kompleks mangan(II) pirofosfat. Percobaan dilakukan pada tekanan atmosferik dan rentang pH 8 - 10 karena reaksi dekarboksilasi asam laurat hanya dapat berjalan pada kondisi basa. Katalis padat oksida CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> menghasilkan konversi asam laurat yang lebih besar dibandingkan katalis padat oksida ZnMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Massa katalis, temperatur reaksi, serta waktu reaksi berbanding lurus dengan konversi asam laurat. Konversi asam laurat tertinggi sebesar 36% diperoleh menggunakan katalis CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> sebanyak 0.88 gram dengan kondisi reaksi 80°C, 12 jam.

Kata kunci : asam laurat, avtur, dekarboksilasi, mangan

## ABSTRACT

Avtur is a jet-engined aircraft fuel derived from petroleum in the form of hydrocarbons with a range of carbon atoms C11-C13. However, the use of petroleum-based fuels can lead to global warming and climate change. To overcome this negative impact, a more environmentally friendly alternative fuel is needed, namely Sustainable Aviation Fuels (SAF). This renewable fuel is made by converting fatty acids in vegetable oils, such as lauric acid, through a decarboxylation process. The removal of CO<sub>2</sub> group at one end of the lauric acid by means of decarboxylation will result in plant-based undecane (C<sub>11</sub>H<sub>24</sub>).

Decarboxylation of lauric acid is carried out with the help of a manganese-based catalyst system. The catalyst system used is the oxide-hydroxide suspension of CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and ZnMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> in a complex solution of manganese(II) pyrophosphate. Experiments were conducted on atmospheric pressure and pH ranges of 8 - 10 since lauric acid decarboxylation reactions can only occur under alkaline conditions. CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> solid catalyst results in greater lauric acid conversion than ZnMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> solid catalyst. The catalyst mass, reaction temperature, and reaction time are directly proportional to the conversion of lauric acid. The highest lauric acid conversion of 36% was obtained using 0.88 grams CuMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> solid catalyst with a reaction condition of 80°C, 12 hours.

Keyword : avtur, decarboxylation, lauric acid, manganese

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan kurnia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Dekarboksilasi Oksidatif Asam Laurat dengan Katalis Berbasis Mangan” dengan baik dan pada waktunya. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah “Penelitian” (CHE184650) dan salah satu syarat utama kelulusan di program studi sarjana Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam menyelesaikan laporan penelitian ini, penulis telah mendapat banyak bantuan serta dukungan, baik secara moril maupun materil, dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada: 1. Bapak Dr. Ir. Tatang Hernas Soerawidjaja selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta saran kepada penulis sehingga laporan penelitian ini dapat tepat sasaran. 2. Bapak Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah berjasa dalam memberikan saran dan motivasi yang membangun sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. 3. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kuat dalam penyusunan laporan penelitian ini. 4. Teman - teman, dosen, karyawan, dan pihak - pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang juga telah memberikan dukungan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Laporan penelitian ini tidak luput dari segala kesalahan dan kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk menyempurnakan laporan penelitian ini. Besar harapan penulis agar laporan penelitian ini dapat memberikan pengetahuan lebih mengenai potensi minyak kelapa dan minyak inti sawit sebagai bahan bakar alternatif pesawat terbang terbarukan serta proses dekarboksilasi dalam pembuatan avtur berbasis nabati.

Bandung, 31 Mei 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR REVISI</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah	2
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Premis	4
1.5 Hipotesis	5
1.6 Tujuan Penelitian	8
1.7 Manfaat Penelitian	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>10</b>
2.1 Minyak Laurat	10
2.2 Sustainable Aviation Fuel (SAF)	12
2.3 Avtur	13
2.4 Dekarboksilasi Oksidatif Asam Lemak	14
2.5. Sistem Katalis Oksidatif Berbasis Mangan	15
2.6. Catatan Penutup	16
<b>BAB III METODE - METODE DAN PERALATAN PENELITIAN</b>	<b>18</b>
3.1 Metodologi Penelitian	18
3.2 Prosedur dan Peralatan Percobaan	19
3.3. Penyiapan Katalis Terlarut : Garam Pekat Kompleks Kalium Mangan(II) Pirofosfat	21
3.3.1. Tahap 1: Pembuatan Larutan Mangan Pirofosfat ( $Mn_2P_2O_7$ )	21
3.3.2. Tahap 2: Pembuatan Larutan Pekat Garam Kompleks Kalium Mangan(II) Pirofosfat	21

3.4 Pembuatan Oksida Hidrous Zn <sup>2+</sup> /Mn <sup>3+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> /Mn <sup>3+</sup> (1:2)	22
3.5. Metode-Metode Analisis	23
3.5.1. Penentuan Angka Asam Berdasarkan Standar ASTM D664	23
3.5.2. Penentuan kadar (% berat) bahan tak tersabunkan (Hartman dkk, 1994)	24
3.6 Alat dan Bahan	25
3.6.1. Pembuatan Mangan Pirofosfat	25
3.6.2. Pembuatan Larutan Peekat Garam Kompleks Kalium Mangan(II) Pirofosfat	25
3.6.3. Pembuatan Oksida Hidrous Zn <sup>2+</sup> /Mn <sup>3+</sup> dan Cu <sup>2+</sup> /Mn <sup>3+</sup> (1:2)	25
3.6.4. Dekarboksilasi Asam Laurat	26
3.6.5. Penentuan Angka Asam	27
3.6.6. Penentuan Kadar Bahan Tak Tersabunkan	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>28</b>
4.1 Pembuatan Larutan Peekat Garam Kompleks Kalium Mangan(II) Pirofosfat	28
4.2 Pembuatan Oksida Hidrous CuMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> dan ZnMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (1:2)	29
4.3 Dekarboksilasi Asam Laurat	31
4.4 Analisis Angka Asam	34
4.5 Analisis ANOVA ( <i>Analysis of Variance</i> )	36
4.5.1 Pengaruh Jenis Katalis Padat terhadap Konversi	37
4.5.2 Pengaruh pH terhadap Konversi	38
4.5.3 Pengaruh Temperatur Reaksi terhadap Konversi	40
4.5.4 Pengaruh Kalsinasi terhadap Konversi	40
4.5.5 Pengaruh Massa Katalis terhadap Konversi	42
4.5.6 Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Konversi	42
4.6 Analisa Kadar Bahan Tak Tersabunkan	43
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN A MSDS</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN B HASIL ANTARA</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN C CONTOH PERHITUNGAN</b>	<b>83</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Kurva Distribusi Banyak Atom Karbon Molekul-Molekul Pada Tiap Kelompok Hidrokarbon Penyusun Avtur	1
<b>Gambar 1.2</b>	Dekarboksilasi Asam Laurat dan Asam Miristat akan Menghasilkan, Masing-Masing, Undekana dan Tridekana	2
<b>Gambar 2.1</b>	Stoikiometri Reaksi <i>Splitting</i>	11
<b>Gambar 3.1</b>	Rangkaian Alat Percobaan	20
<b>Gambar 4.1</b>	Mangan (II) pirofosfat setelah dikeringkan	29
<b>Gambar 4.2</b>	Katalis Padat Cu-Mn (1:2)	30
<b>Gambar 4.3</b>	Katalis Padat Zn-Mn (1:2)	30
<b>Gambar 4.4</b>	Rangkaian Alat Reaksi Dekarboksilasi	32
<b>Gambar 4.5</b>	Produk Hasil Dekarboksilasi	33
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Variasi Percobaan terhadap Konversi	37
<b>Gambar 4.7</b>	Kinetika Disproporsionasi Mn (III)	39
<b>Gambar 4.8</b>	Contoh Kurva Distribusi Maxwell-Boltzmann	40
<b>Gambar 4.9</b>	Hasil Analisa Kadar Bahan Tak Tersabunkan	43

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b>	Komposisi Avtur Menurut Survei Dunia	1
<b>Tabel 1.2</b>	Premis Katalis dan Kondisi Operasi	4
<b>Tabel 2.1</b>	Komposisi rata-rata asam-asam lemak minyak kelapa dan minyak inti sawit	11
<b>Tabel 2.2</b>	Parameter paling penting avtur dan batasan nilainya dalam <i>Defence Standard</i> 91-091 Issue 11 tahun 2019	13
<b>Tabel 3.1</b>	Rancangan Percobaan	19
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Analisa Asam Laurat	32
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Analisis Angka Asam	35
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil ANOVA Percobaan	36
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Analisis Angka Asam Penelusuran Kondisi Operasi Dekarboksilasi dengan Katalis Padat $\text{Cu}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$	41

# BAB I

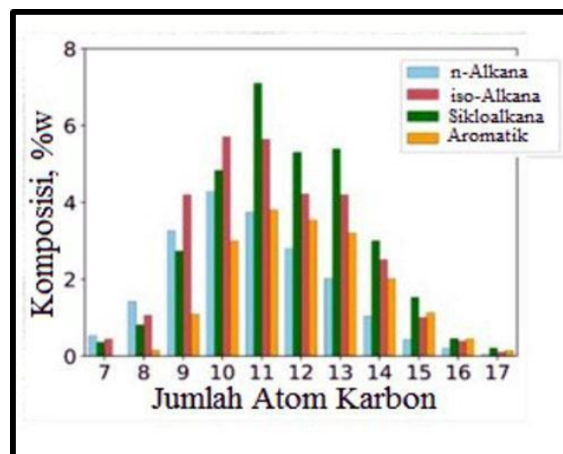
## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Avtur (*aviation turbine fuel*) adalah bahan bakar pesawat-pesawat terbang bermesin jet atau baling - baling turbo. Avtur adalah campuran hidrokarbon  $C_8 - C_{16}$  yang berentang didih di antara  $150^{\circ}C - 300^{\circ}C$  (Hemighaus, dkk., 2007). **Tabel 1.1.** menyajikan komposisi rata-rata berbagai kelompok hidrokarbon di dalam avtur menurut survei dunia yang dilaporkan Colket dkk (2007) sedangkan **Gambar 1.1.** menyajikan distribusi banyak atom karbon molekul-molekul penyusun tiap kelompok hidrokarbon tersebut (Holladay, 2020).

**Tabel 1.1.** Komposisi Avtur Menurut Survei Dunia (Colket dkk., 2007)

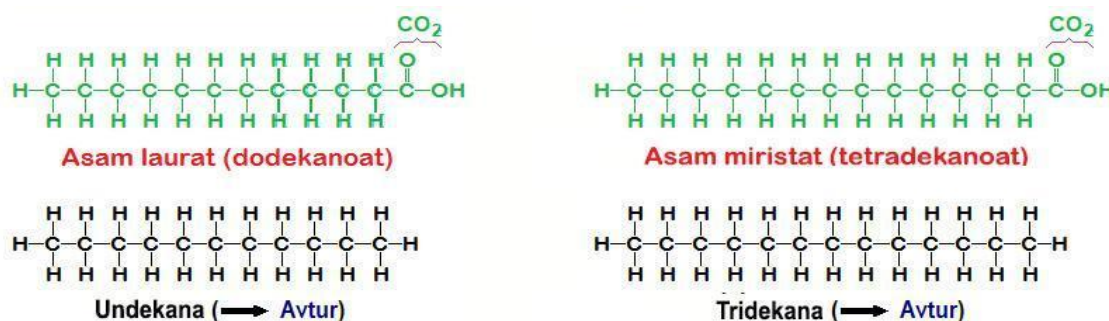
Kelompok hidrokarbon	% volume
Paraffin (n- + i-)	58,78
Monosikloparafin	10,89
Disikloparafin	9,25
Trisikloparafin	1,08
Alkil Benzena	13,36
Indans+tetralins	4,9
Naftalena	0,13
Naftalena Tersubstitusi	1,55



**Gambar 1.1.** Kurva Distribusi Banyak Atom Karbon Molekul-Molekul Pada Tiap Kelompok Hidrokarbon Penyusun Avtur (Holladay, 2020)

Namun, avtur yang berasal dari minyak bumi menimbulkan emisi gas rumah kaca yang menyebabkan *global warming* dan perubahan iklim. Untuk menanggulangi dampak buruk ini, maka avtur berbasis bahan nabati telah mengemuka sebagai *Sustainable Aviation Fuels* (SAF). Komisi Eropa telah menetapkan target SAF pada Uni Eropa dengan penetrasi sebanyak 3% sampai 4% pada tahun 2020, dan 40% pada tahun 2050 (Klauber dkk., 2016).

Gambar 1.2 menunjukkan bahwa kemiripan struktur molekul asam laurat dan asam miristat (yaitu asam-asam lemak dominan di dalam minyak kelapa dan minyak inti sawit) dengan hidrokarbon undekana ( $C_{11}H_{24}$ ) dan tridekana ( $C_{13}H_{28}$ ) (yaitu dua komponen penting avtur). Asam Laurat (asam miristat) dapat dipandang sebagai undekana (tridekana) yang terkontaminasi  $CO_2$  (gugus karboksil) di salah satu ujung molekulnya. Jika  $CO_2$ -nya dihilangkan (dengan cara di dekarboksilasi) maka dari asam laurat dan asam miristat akan diperoleh, masing-masing, undekana dan tridekana berbasis nabati. Dinyatakan secara lebih umum, dekarboksilasi asam-asam lemak minyak kelapa dan minyak inti sawit (palm kernel oil) akan menghasilkan bioavtur (= avtur nabati). Untuk menerapkan konsep ini menjadi suatu teknologi, sudah tentu pertama-tama harus ditemukan katalis serta sistem (vakum atau terbuka) dan kondisi reaksi yang sesuai.



**Gambar 1.2.** Dekarboksilasi Asam Laurat dan Asam Miristat akan Menghasilkan, Masing-Masing, Undekana dan Tridekana

## 1.2 Tema Sentral Masalah

Didapatkannya katalis serta sistem dan kondisi reaksi yang sesuai merupakan tahap awal sangat penting dalam pengembangan teknologi dekarboksilasi asam-asam lemak menjadi biohidrokarbon. Untuk produksi avtur biohidrokarbon atau bioavtur sebagai *Sustainable Aviation Fuel*, penelusuran eksperimentalnya dapat difokuskan pada asam

laurat, yang merupakan asam lemak terbanyak di dalam minyak kelapa dan minyak inti sawit.

### **1.3 Identifikasi Masalah**

Permasalahan yang akan dihadapi dalam penelitian pembuatan SAF (*Sustainable Aviation Fuel*) dari asam laurat adalah :

1. Bagaimana pengaruh padatan katalis oksida  $\text{CuMn}_2\text{O}_4$  dan padatan katalis oksida  $\text{ZnMn}_2\text{O}_4$  terhadap konversi asam laurat ?
2. Bagaimana pengaruh pH terhadap konversi asam laurat ?
3. Berapa waktu dan temperatur reaksi yang dapat diterima agar diperoleh konversi asam laurat yang diinginkan ?
4. Bagaimana pengaruh kalsinasi terhadap konversi asam laurat ?
5. Bagaimana pengaruh penambahan persentase massa katalis terhadap konversi asam laurat?

### 1.4 Premis

Premis yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.2** Premis Katalis dan Kondisi Operasi

No	Bahan	Kondisi Operasi	Langkah Percobaan	Hasil Percobaan	Pustaka
1	Manganese (III) asetat dihidrat (2,7 mmol)  Asam pivalat (10 mL)  Asam n-butirat  Asam isobutirat	125°C selama 90 menit dengan penambahan asam kuat (trifluoroasetat, sulfat, perklorat)	Potassium permanganat dan manganese (II) asetat dikeringkan <i>in vacuo</i> dalam potassium hidroksida selama 3 hari pada temperatur ruang.  Manganese (III) asetat dihidrat dan asam pivalat dicampur dalam <i>flask</i> .  Degasifikasi <i>flask</i> secara <i>in vacuo</i> selama 30 menit.  Flask ditempatkan dalam <i>oil bath</i> yang dilengkapi	Setiap mol Mn <sup>III</sup> menghasilkan 0,5 mol CO <sub>2</sub> dan isobutylene  Asam n-butirat dan asam isobutirat menghasilkan alkana	Anderson, J.M., Kochi, J.K. (1969)



			thermostat. Campuran diaduk menggunakan <i>magnetic stirrer</i> .		
2	157 mg mangan(II) asetat tetrahidrat  9,85 g asam nonanoat  Udara  Nitrogen	Temperatur 95°C	Mangan (II) asetat tetrahidrat dan asam nonanoat dicampurkan dan diaduk di dalam udara selama 50 menit.  Campuran dipanaskan diikuti dengan pengadukan sampai temperatur 95°C dan diinjeksikan nitrogen atau udara selama 10 menit.	Perubahan warna terjadi karena Mn(II) teroksidasi menjadi Mn(III) yang kemudian mendekarboksilasi oksidatif asam nonanoat.	Levy (1989)
3	Larutan logam nitrat (logam yang digunakan Cu, Ni, Li, Co)	Temperatur reaksi pada temperatur kamar Temperatur aktivasi katalis pada	Atomisasi larutan logam nitrat pada 2 MHz. Pemindahan aerosol ke <i>furnace</i> untuk pemanasan dan dekomposisi.	Laju konversi tertinggi diperoleh dengan temperatur aktivasi katalis 400°C. Laju konversi tertinggi diperoleh oleh logam Cu dengan bentuk	Fortunato (2001)

		<i>as-pyrolysed</i> , 400°C, dan 600°C.	Pengaturan dekomposisi termal dari prekursor aerosol.	logam oksida $\text{CuMn}_2\text{O}_4$ dengan turnover rates 100% pada 120 menit pertama dan 75% setelah 360 menit. Logam oksida $\text{NiMn}_2\text{O}_4$ dan $\text{CuCo}_2\text{O}_4$ menunjukkan laju konversi yang tinggi namun terdeaktivasi dengan cepat. Logam oksida $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ tidak aktif.	
4.	Mn (II) terlarut Oksigen	Variasi pH dari 8.03 sampai 9.30	Larutan Mn (II) dialirkan udara dengan penambahan larutan $\text{NaHCO}_3$	$\text{Mn}^{2+}$ dioksidasi oleh oksigen udara pada kondisi basa dan pada pH 8 (laju oksidasinya sangat lambat), laju oksidasi Mn(II) oleh oksigen udara akan sangat dipercepat oleh keberadaan sembarang permukaan oksida padat	Morgan (2005)
5.	Hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ )	pH 7.8, 8.15, 8.3, dan 8.7 dengan tekanan	Kristal (hematite, albite, dan goetite) dicampurkan	Ion $\text{Mn}^{2+}$ dari larutan teradsorpsi oleh permukaan padatan oksida	Junta dan Hochella (1994)

	Albite ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) Goetite ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ) $\text{CO}_2$ atmosfer	oksigen terlarut pada 0.21 atm dan temperatur $21^\circ\text{C}$	dengan 100 mL larutan dengan pH dan konsentrasi Mn (II) yang divariasikan. Kemudian, di buffer dengan menggunakan $\text{CO}_2$ atmosfer, diaduk dengan perlahan, dan percobaan ini dilakukan selama rentang waktu beberapa menit hingga enam bulan.	dalam bentuk $\text{Mn}(\text{OH})_2$ dan kemudian teroksidasi oleh oksigen udara menjadi (R)- $\text{MnOOH}$	
--	---	--	---	---	--

## 1.5 Hipotesis

1. Kombinasi oksida-hidroksida Cu-Mn menghasilkan konversi lebih besar daripada kombinasi oksida-hidroksida Zn-Mn. Ini dikarenakan logam Cu merupakan logam multivalensi sehingga logam ini dapat aktif dalam reaksi redoks. Selain itu berdasarkan Morgan (2005), inti aktif logam Cu mampu untuk mengoksidasi  $Mn^{2+}$  menjadi  $Mn^{3+}$  lebih cepat, dan berdasarkan Fortunato (2001), oksida tembaga (II) dan mangan (III) yang membentuk senyawa spinel  $CuMn_2O_4$  dan bentuk amorf dari  $CuO.Mn_2O_3$  (hopcalite) merupakan katalis yang sangat aktif, sehingga konversi yang dihasilkan dengan menggunakan katalis padat oksida hidrous  $Cu^{2+}/Mn^{3+}$  lebih besar dibandingkan dengan katalis padat oksida hidrous  $Zn^{2+}/Mn^{3+}$ .
2. Konversi reaksi dekarboksilasi yang lebih besar terjadi pada larutan garam kompleks kalium mangan(II) pirofosfat dengan pH 10 dari pada larutan garam kompleks kalium mangan(II) pirofosfat dengan pH 8. Ini dikarenakan kinetika disproporsionasi Mn (III) pada pH yang lebih basa akan lebih singkat dan laju pembentukan endapan  $Mn(OH)_2$  akan meningkat seiring dengan meningkatnya pH.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diusulkan di sini adalah :

- a). Membuktikan atau menyanggah hipotesis atau dugaan keefektifan sistem katalis yang terdiri atas suspensi kombinasi oksida atau hidroksida Cu-Mn dan Zn-Mn (dengan Cu/Zn : Mn sekitar 1 : 2) dalam larutan kompleks mangan(II) pirofosfat di dalam melancarkan reaksi dekarboksilasi oksidatif asam laurat, dan
- b). Menelusuri kondisi operasi dekarboksilasi oksidatif yang memiliki konversi yang baik dan waktu operasi yang singkat (kurang dari 1 jam), seandainya didapatkan sistem katalis yang terbukti efektif.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Memahami proses dekarboksilasi asam laurat dalam proses pembuatan minyak avtur nabati.

- b. Memahami proses kopresipitasi katalis dalam pembuatannya, serta mengetahui berapa lama waktu dan temperatur pemanasan yang diperlukan, sehingga menghasilkan konversi terbesar.
2. Bagi Masyarakat
- a. Memberikan pengetahuan lebih mengenai potensi minyak kelapa dan minyak inti sawit sebagai bahan bakar alternatif pesawat terbang terbarukan.
3. Bagi Pemerintah
- a. Memberikan demonstrasi untuk alternatif produksi minyak avtur nabati dari minyak kelapa atau minyak inti sawit yang melimpah di Indonesia agar Indonesia tidak terus-menerus bergantung pada sumber daya fosil.
  - b. Memberikan data-data penelitian sebagai referensi agar dapat digunakan untuk penelitian kedepannya.