

**PREPARASI KATALIS ZnO/ARANG CANGKANG SAWIT DAN
APLIKASINYA DALAM ONE POT SYSTEM SITRONELAL MENJADI
p-MENTEN-9-OL**

**Skripsi
Untuk memenuhi Sebagian
Persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Rahma Rahayu
19106030001**
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2023**

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-199/Un.02/DST/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : PREPARASI KATALIS ZnO /ARANG CANGKANG SAWIT DAN APLIKASINYA
DALAM ONE POT SINTESIS SITRONELAL MENJADI P-MENTHEN-9OL

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RAHMA RAHAYU
Nomor Induk Mahasiswa : 19106030001
Telah diujikan pada : Senin, 04 Desember 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 65b87941d6cc4



Penguji I

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 65b876c7f6964



Penguji II

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc
SIGNED

Valid ID: 65b878ce1a7f5



Yogyakarta, 04 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 65b8a390698b5

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rahma Rahayu
NIM : 19106030001
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**PREPARASI KATALIS ZnO /ARANG CANGKANG SAWIT DAN APLIKASINYA DALAM *ONE POT* SINTESIS SITRANELAL MENJADI *P-MENTHEN-9-OL***” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 31 Januari 2024



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Rahma Rahayu
NIM 19106030001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Rahma Rahayu

NIM : 19106030001

Judul Skripsi : PREPARASI KATALIS ZnO/ARANG CANGKANG SAWIT DAN APLIKASINYA DALAM *ONE POT* SINTESIS SITRANELAL MENJADI *P-MENTHEN-9-OL*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 November 2023

Pembimbing

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.

NIP: 19900330 201903 1 008

HALAMAN MOTTO

“Untuk masa-masa sulitmu, biarlah Allah yang menguatkanmu. Tugasmu hanya berusaha agar jarak antara kamu dengan Allah tidak pernah jauh”

“Maka sesungguhnya Bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah, 94:5-6)

“Orang lain ga akan paham struggle dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian success storiesnya aja. Jadi berjuanglah untuk diri sendiri meskipun gak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

Jadi tetap berjuang ya.”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi dan penelitian ini penulis dedikasikan untuk
Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rekayasa Sintesis Sitronelal dalam Minyak Serai Wangi Menggunakan Katalis ZnO/Arang Cangkang Sawit” sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Sains di bidang kimia.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam memberikan dorongan, motivasi, semangat dan masukan sehingga skripsi ini selesai. Ucapan terimakasih tersebut secara khusus disampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
2. Dr. Imelda Fajriati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga.
3. Bapak Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang secara ikhlas telah memberikan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing, mengajari, mengarahkan, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak dan ibu dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa studi.
5. Kedua orang tua, Ibu Winarni dan Bapak Subardono. Yang selalu memberikan do'a, semangat. Nasihat dan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman kelompok bimbingan, Asyifa, Novelita dan Hilda yang selalu membersamai selama bimbingan skripsi.
7. Keluarga besar Kimia Angkatan 2019 yang telah mendukung dan membantu selama masa studi dan penyusunan skripsi.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.
9. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, for just being me at all times.*

Demikian kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat diharapkan. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan secara khusus di bidang kimia.

Yogyakarta, 17 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
SURAT KEASLIAN	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori	8
1. Minyak serih	8
2. Destilasi Bertingkat	9
3. Sitronelal	9
4. Isopulegol	10
5. Logam Transisi.....	10
6. Logam ZnO	11
7. Arang cangkang sawit	11
8. Impregnasi	12
9. Senyawa <i>p-menthen-9-ol</i>	12
10. X-ray diffraction (XRD).....	13
11. Fourier Transform Infra Red (FT-IR).....	13
12. Gas Chromatography and Mass Spectroscopy (GC-MS).....	14
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis.....	14
BAB III.....	16
METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Alat dan Bahan.....	16
C. Prosedur Kerja	17
1. Destilasi Minyak Serih.....	17

2. Aktivasi Arang Cangkang Sawit	17
3. Preparasi Katalis ZnO/Arang Cangkang Sawit	17
4. Reaksi <i>One Pot System</i> sitronelal menjadi <i>p-menten-9ol</i> menggunakan ZnO/Arang Cangkang Sawit.....	18
BAB IV	19
HASIL & PEMBAHASAN	19
A. Aktivasi Aktif Berbahan Arang Cangkang Kelapa Sawit	19
C. Destilasi Minyak sereh menghasilkan Sitronelal	25
D. Karakterisasi Hasil Reaksi Sintesis <i>one pot system</i> sitronelal.....	28
BAB V.....	37
KESIMPULAN.....	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	45
DAFTAR GAMBAR.....	46
HASIL INSTRUMEN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Sitronelal	10
Gambar 2. 2 Struktur Isopulegol.....	10
Gambar 4. 1 Spektra FTIR karbon dan Karbon aktif/HF.....	20
Gambar 4. 2 XRD arang cangkang sawit dan arang cangkang sawit/HF	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 FTIR katalis ZnO/arang cangkang sawit.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 XRD katalis ZnO/arang cangkang sawit.....	24
Gambar 4. 5 Kromatogram minyak sereh (b) Kromatogram minyak sereh setelah destilasi.....	26
Gambar 4. 6 minyak sereh hasil destilasi.....	27
Gambar 4. 7 Kromatogram hasil reaksi	28
Gambar 4. 8 Spektra MS produk reaksi siklisasi sitronelal dengan menggunakan katalis ZnO.....	29
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan kandungan senyawa dalam sitronelal oil dan hasil reaksi.....	29
Gambar 4. 10 Reaksi siklisasi sitronelal menjadi isopulegol (vitranen, dkk., 2009).	30
Gambar 4. 11 usulan mekanisme pembuktian p-menthen-9ol.....	33
Gambar 4. 12 Reaksi p-menthen-9ol dari sitronelal	36

ABSTRAK

PREPARASI KATALIS ZnO/ARANG CANGKANG SAWIT DAN APLIKASINYA DALAM *ONE POT* SINTESIS SITRONELAL MENJADI *p-MENTEN-9-OL*

Oleh:

Rahma Rahayu
19106030001

Pembimbing :
Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.

Telah dilakukan sintesis *p-menthen-9-ol* dengan menggunakan bahan dasar sitronelal yang didestilasi dari minyak sereh wangi. Sitronelal dapat dikonversi menjadi *p-menten-9-ol* melalui proses siklisasi dan isomerisasi. Pada penelitian ini dilakukan proses sintesis *p-menten-9-ol* melalui metode *one pot system* dengan menggunakan katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam dan oksidator asam format dalam satu wadah (*one pot*). Tujuan dari penelitian ini adalah karakterisasi ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam berdasarkan instrument FTIR dan XRD serta menganalisis produk yang dihasilkan dalam sintesis *one pot system* dari sitronelal menggunakan katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam dan oksidator N₂.

Proses preparasi katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam dilakukan dengan metode impregnasi basah dan kalsinasi. Proses impregnasi merupakan proses penjunahan pori-pori arang cangkang sawit dengan larutan logam zink klorida melalui adsorpsi dengan suhu 110°C. Sedangkan proses kalsinasi yaitu proses pemberian panas dengan mengalirkan gas N₂ pada suhu 400°C. Katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam berhasil identifikasi berdasarkan spektrum FTIR oleh adanya serapan panjang gelombang 561,55 cm⁻¹ mengindikasikan ikatan peregangan ZnO yang merupakan karakteristik dari karbon dalam arang cangkang sawit serta difraktogram XRD mengindikasikan keberadaan ZnO pada puncak 2θ= 30,1°, 33,91° dan 36,60°. Katalis tersebut dapat dikonversi melalui kromatogram GC-MS. Berdasarkan data yang diperoleh, disimpulkan bahwa katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam dapat digunakan dalam reaksi sintesis *one pot system* sitronelal menjadi *p-menthen-9-ol* menghasilkan rendemen sebesar 4,86%.

Kata kunci: sitronelal, *one pot system*, ZnO/arang cangkang sawit, impregnasi

ABSTRACT

PREPATION OF ZnO/PALM CHARCOAL CATALYST AND ITS APLICATION IN ONE POT SYNTESIS OF CITRONELAL INTO P-MENTHEN-9-OL

By:

Rahma Rahayu
19106030001

Adviser:

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.

Synthesis of p-menthen-9-ol has been carried out using the basic ingredient citronellal which is distilled from citronella oil. Citronellal can be converted to p-menten-9-ol through cyclization and isomerization processes. In this research, the p-menten-9-ol synthesis process was carried out using a one pot system method using a ZnO/acid activated palm shell charcoal catalyst and formic acid oxidizer in one container (one pot). The aim of this research is to characterize ZnO/acid-activated palm shell charcoal based on FTIR and XRD and analysis of the products produced in the one pot system synthesis of citronellal using a ZnO/acid activated palm shell charcoal catalyst and N₂ oxidizer.

The preparation process for the ZnO/acid-activated palm shell charcoal catalyst was carried out using wet impregnation and calcination methods. The impregnation process is the process of saturating the pores of palm shell charcoal with a solution of zinc chloride metal through adsorption at a temperature of 110° C. while the calcination process is the process of providing heat by flowing N₂ gas at a temperature of 400° C. The acid-activated ZnO/palm shell charcoal catalyst was successfully identified based on the FTIR spectrum by the presence of an absorption wavelength of 561.55 cm⁻¹ indicating ZnO stretching bonds which are characteristic of carbon in palm kernel shell charcoal and the XRD diffractogram indicated the presence of ZnO at the peak of 2θ= 30.1° , 33.91° and 36.60° . The catalyst can convert via GC-MS chromatogram. Based on the data obtained, it was concluded that the ZnO/acid activated palm shell charcoal catalyst could be used in the one pot system synthesis reaction of citronellal to p-menthen-9-ol producing a yield of 4.86%.

Keywords: siklisasi, one pot system, ZnO/palm shell charcoal, impregnation

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Minyak sereh mengandung komponen utama sitronelal, senyawa sitronelal memiliki monoterpen turunan *p-menthen-9-ol*. Sitronelal dihasilkan melalui proses destilasi minyak sereh wangi. Kualitas minyak sereh wangi ditentukan oleh komponen yang telah diidentifikasi dengan kromatografi gas spektroskopi massa, dan spektrofotometer inframerah yaitu: sitronelal, sitronelol, geraniol, limonen, dan turunan ester lainnya (Cellanus, 2012). Senyawa *p-menthen-9-ol* berperan terutama dalam proses sintesis beberapa senyawa terpen seperti mentol (Pybus, 1999). Senyawa *p-menthen-9-ol* yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan dianggap penting dalam dunia industri. *p-menthen-9-ol* termasuk dalam senyawa jenis terpinolene yang mempunyai bau jeruk, berfungsi sebagai bahan dasar sabun, obat anti nyamuk, pestisida, flavoring agent, fragrans, obat-obatan serta bahan dasar kosmetik (Saputra, 2020). Oleh sebab itu, untuk meningkatkan penggunaan senyawa *p-menthen-9-ol* dan mencapai nilai ekonomis yang lebih baik, maka sitronelal dapat dikonversi menjadi sintesis.

Sintesis *p-menthen-9-ol* dapat terjadi melalui dua tahap reaksi. Tahapan pertama yaitu siklisasi sitronelal menjadi isopulegol yang dikatalis asam. Proses siklisasi sitronelal menjadi isopulegol menggunakan katalis heterogen bisa menjadi suatu alternatif, karena pemisahan dan

katalis ini dapat digunakan kembali. Selain itu, harga dari katalis heterogen pada umumnya lebih rendah daripada katalis homogen. Secara lingkungan, penggunaan katalis heterogen juga ramah lingkungan daripada katalis homogen (Triono, 2002).

Tahapan kedua yaitu isomerisasi isopulegol menjadi *p-menthen-9ol*, salah satu cara untuk menghasilkan isomer senyawa tertentu dengan cara isomerisasi. Isomerisasi adalah proses penataan ulang suatu molekul menjadi molekul baru dengan rumus empiris tetap. Pada umumnya reaksi isomerisasi memiliki energi aktivasi yang tinggi. Oleh karena itu, untuk menurunkan energi aktivasi tersebut dibutuhkan katalis yang dapat mensintesis *p-menthen-9-ol*.

Sintesis *p-menthe-9ol* dari sitronelal melalui dua tahap reaksi secara terpisah, dan membutuhkan katalis yang berbeda dalam setiap tahapannya, serta waktu yang cukup lama. Untuk menyederhanakan langkah sintesis, terdapat rute sintesis yang lebih efisien, yaitu sintesis *one pot system* menggunakan katalis heterogen. Reaksi *one pot system* menggunakan katalis heterogen berupa pengemban logam kedalam material berpori yang memiliki situs asam. Katalis logam yang diimbangkan ke dalam suatu padatan asam mengalami aktivitas katalitik yang tinggi dan memberikan rasio permukaan-volume (Sohn, dkk., 2002). Sehingga katalis heterogen tepat untuk sintesis *one pot system* sitronelal menjadi *p-menthen-9ol* dapat meningkatkan aktivitas katalis dengan mendispersi fasa aktif dan meningkatkan stabilitas temal.

Katalis heterogen dapat dibuat dengan mengembankan katalis logam ke dalam material berpori yang memiliki situs asam (Citra, 2020). Logam Zn (seng) tidak dianggap sebagai logam transisi biasa karena tidak membentuk ion dengan orbital d yang tidak lengkap dan hanya mempunyai satu tingkat oksidasi saja. Kelemahan logam Zn tidak dapat terjadi peralihan elektron dan menyebabkan titik didih dan titik lelehnya dapat tertarik oleh suatu medan magnet. Sehingga logam seng perlu terdispersi ke dalam material berpori untuk meningkatkan kinerja katalis.

Arang cangkang sawit adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan mengandung karbon, sehingga berpotensi digunakan untuk katalis (Djarmiko, 1985). Preparasi arang aktif sangat diperlukan untuk menghilangkan pengotor dengan cara aktivasi asam sehingga pori dan luas permukaan lebih terbuka. Luas permukaan yang besar digunakan sebagai tempat mendistribusikan logam (Trisuryanti, 2018). Kinerja arang aktif dapat ditingkatkan dengan cara mengembankan logam transisi. Pengembangan logam akan mengubah sifat permukaan arang cangkang sawit aktif, yang akhirnya merubah aktivitas dan selektivitasnya.

Aktivitas unik dari katalis ZnO, untuk mendapatkan silikat mesopori periodik dapat diperluas ke sintesis struktur meso berbasis non silika, khususnya pada oksida dari berbagai logam (Huo, dkk., 1994). Sebagian besar komposit oksida logam pipih seharusnya terbentuk melalui

mekanisme ST^+ klasik. Mereka mudah hancur setelah kalsinasi, menghasilkan oksida logam padat, dalam banyak kasus armof. Hal ini memungkinkan besar disebabkan oleh rendahnya tingkat kondensasi ion oligomer yang dibentuk dinding mesopori, meskipun ketidakstabilan redoks kation logam tidak dikecualikan memainkan peran yang melemahkan.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang preparasi katalis ZnO/arang cangkang sawit menggunakan metode *one pot system* sitronelal menjadi *p-menthen-9ol* yang ditentukan menggunakan instrument GCMS. Metode tersebut dapat meminimalkan langkah sintetik serta lebih ramah lingkungan dan diharapkan memberikan hasil optimum terhadap reaksi katalitik turunan senyawa sitronelal yang lebih efektif dengan aktivas katalis yang tinggi.

B. Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam Penelitian ini Meliputi:

1. Material pengemban yang digunakan merupakan arang cangkang sawit.
2. Logam yang digunakan yaitu ZnO yang diembankan pada arang cangkang sawit dengan metode impregnasi.
3. Analisis karakteristik katalis menggunakan FTIR dan XRD.
4. Katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam dan oksidator asam format digunakan dalam reaksi *one pot system* sitronelal menjadi *p-menthen-9-ol*.

C. Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dalam Penelitian ini Meliputi:

1. Bagaimana karakteristik katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam berdasarkan spektrofotometri FTIR dan XRD ?
2. Bagaimana produk yang dihasilkan dari sintesis *one pot system* sitronelal menggunakan katalis ZnO/arang cangkang sawit?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mengetahui karakteristik katalis ZnO/arang cangkang sawit teraktivasi asam berdasarkan FTIR dan XRD
2. Mengetahui produk yang dihasilkan dari sintesis *one pot system* sitronelal menggunakan katalis ZnO/arang cangkang sawit.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sintesis *p-menthen-9-ol* dari sitronelal melalui *one pot system*. Selain itu juga diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan rendemen produk yang dihasilkan dari reaksi *one pot system* menggunakan katalis ZnO/ arang cangkang sawit teraktivasi asam.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Katalis ZnO/Arang cangkang sawit teraktivasi asam berhasil terbentuk berdasarkan karakterisasi gugus fungsional menggunakan FTIR dan XRD yang mengindikasikan adanya ZnO dalam arang cangkang sawit yang diembankan.
2. Katalis ZnO/Arang cangkang sawit dapat merekayasa sintesis sitronelal dari minyak sereh dalam sintesis *one pot system* sebesar 4,86% dengan penambahan sumber N₂ berupa asam format mengindikasikan adanya senyawa membentuk p-menthen-9-ol .

B. Saran

Saran yang disampaikan dalam penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Melakukan variasi dalam membuat katalis
2. Melakukan uji asam, abu dan air
3. Melakukan optimasi waktu dalam reaksi sintesis *one pot system* menjadi *p-menthen-9-ol* dari sitronelal

DAFTAR PUSTAKA

- Adilina, I. B., Agustian, E., Meliana, Y., & Sulaswatty, A. (2015). Synthesis And Properties Of Ethoxylated Glycerol Monooleate As Palm Oil Based Nonionic Surfactants. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 17(1), 49-55.
- Aditya, R. R. *Optimasi Konversi Katalitik Sitronelal Menjadi Sitronelol dalam Minyak Atsiri Sereh Wangi Menggunakan Katalis Ni Skeletal* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Agus, C., Sukandarrumidi, S., & Wintolo, D. (2005). Dampak Limbah Cair Hasil Pengolahan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Dan Cara Mengurangi Dampak Dengan Menggunakan Zeolit (the Impact of Liquid Waste of Gold Processing in the River Water Quality and the Method for Minimizing the Impact by Using Zeolite). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 12(1), 13-19.
- Agustian, E., Sulaswatty, A., Tasrif, J. A. L., & Adilina, I. B. (2007). Pemisahan Sitronelal dari Minyak Sereh Wangi Menggunakan Unit Fraksionasi Skala Bench. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(2).
- Aigueperse J, Aigueperse J, Mollard P, Devilliers D, Chemla M, Faron R, Romano R, Cuer JP (2000).
- Al Anshori, J., & Muchalal, M. Hidrogenasi Pulegil Asetat Dikatalis Ni/ γ -Al₂O₃. *Jurnal Ilmiah Berkala Sains dan Terapan Kimia*, 3(2), 104-111.
- Anam, C., Firdausi, K. S., & Sirojudin, S. (2007). Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*, 10(1), 79-85.
- Andriati Amir Husin, 2003, "Limbah Untuk Bahan Bangunan"
- Arifin, Z. dan Fadhlina, D., 2009, Fraksinasi Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam sedimen dan Bioavailabilitasnya bagi Biota di Perairan Teluk Jakarta, *Ilmu Kelautan*, 14 (1) : 27-32

- Azriyenni, A., Mulyadi, A., Kusumawaty, Y., Yelmida, A., & Zurani, I. (2022). Distilasi dan Pengujian Karakteristik Minyak Atsiri Hasil Penyulingan Serai Wangi di Desa Siabu, Salo, Kampar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, 4(2), 82-88.
- Barleany, D.R., Hartono, R., dan Santoso. 2011. Pengaruh Komposisi Montmorillonite pada Pembuatan Polipropilen Nanokomposit terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasannya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*.
- Bota, W., Martosupono, M., & Rondonuwu, F. S. (2015). Potensi Senyawa Minyak Serai Wangi (*Citronella oil*) dari Tumbuhan *Cymbopogon Nardus L.* sebagai agen antibakteri. *Prosiding Semnastek*.
- Cahyono, E., Muchalal, M., Triyono, T., & Pranowo, H. D. The Kinetic of Cyclization-acetylation (R)-(+)-citronellal with Anhydride Acetic Acid Which Catalyzed of Zn²⁺-natural Zeolite. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 8(1), 15-21.
- Chan, Y. Y., Pang, Y. L., Lim, S., & Chong, W. C. (2021). Facile green synthesis of ZnO nanoparticles using natural-based materials: Properties, mechanism, surface modification and application. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105417.
- Cook, N. C., & Samman, S. (1996). Flavonoids—Chemistry, Metabolism, Cardioprotective Effects, and dietary sources. *The Journal of nutritional biochemistry*, 7(2), 66-76..
- Edy Cahyono, M. Muchalal, Triyono, Harno Dwi Pranowo (2009) Kinetika Siklisasi-Asetilasi (R)-(+)-Sitronelal dengan Anhidra Asam Asetat Terkatalis Zn²⁺- Zeloit Alam. *Jurnal Zeloit INDONESIA Vol 8 No. 1*.
- Elly, K. (2008). Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknik*, 8(2), 96-103.

- Fadilah, Risna Ayu. *Pencairan hidrotermal biomassa cangkang kelapa sawit menjadi bio-crude oil dalam kondisi superkritis*. BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fauziati, F., & Sampepana, E. (2021). Kajian Karakteristik Kimia Asap Cair Cangkang Sawit, Tandan Kosong Sawit sebagai Bahan Antibakteri dan Aplikasinya. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 338-347.
- Hartono, A., Djamal, M., Satira, S., Bahar, H., & Ramli, R. (2014). Perancangan dan Pembuatan Rectifier Penguat DC 30 KV untuk Optimasi Poling pada Film Tipis PVDF. *Jurnal Ilmu Dasar*, 15(1), 23-28.
- Hayashi, Y. (2016). Pot economy and One-Pot Synthesis. *Chemical science*, 7(2), 866-880.
- Indah Subadra, Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ dan Aplikasinya sebagai adsorben dalam Proses Penjernihan Virgin Coconut Oil, in: Jurusan Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2005.
- Jayanti, N. E., Hakam, M., & Santiasih, I. (2014). Emisi Gas Carbon Monooksida (Co) Dan Hidrocarbon (Hc) Pada Rekayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor "Supra X 125 Tahun 2006". *Rotasi*, 16(2), 1-5.
- Kirk Othmer, 1992, *Encyclopedia Of Chemical Technology* 2nd E
- Kozhevnikov, I. 2010. *Sustainable Heterogenous Acid Catalysis by Heteropoly Acids*, Handbook of Green Chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH, Germany.
- Kurniawan, E., Sari, N., & Sulhatun, S. (2020). Ekstraksi Sereh Wangi Menjadi Minyak Atsiri. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 43-53.
- Nie, Y., Niah, W., Jaenicke, S., Chuah, G. 2007. A tandem cyclization and hydrogenation of (\pm)-citonellal to menthol over bifunctional Ni/Zr-beta and mixed Zr-beta and Ni/MCM-41, *Journal of Catalysis*, 28(1), 1-10.

- Nisyak, K., Iftitah, E. D., & Tjahjanto, R. T. (2017). Konversi Sitronelal Menjadi Senyawa Isopulegol dengan Katalis $ZnBr_2/\beta$ -Zeolit. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 39(2), 47-54.
- Oliveira, F.R, Patel, A.K., Jaisi, D.P., Adhikari, S., Lu, H. And Khanal, S.K (2017) Enviromental application ofbiochar: Current status and perspectives. *Bioresource Technology*, Elsevier. 246, 110-22.
- Omarta, O., Jayuska, A., & Silalahi, I. H. (2019). Karakterisasi Komponen Destilat Minyak Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) dari Kecamatan Kuala Behe Kabupaten Landak . *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 3(3), 33-43.
- Patel, T., Ishiujji, Y., & Yosipovitch, G. (2007). Menthol: a refreshing look at this ancient compound. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 57(5), 873-878.
- Permana, E., Cristine, I., Murti, S. S., & Yanti, F. M. (2020). Preparasi dan Karakteristik Katalis Cu/ZnO dengan Support Karbon Aktif Menggunakan Aktivator H_3PO_4 DAN $ZnCl_2$. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 6-15.
- Permatasari, H. A., Wati, R., Anggraini, R. M., Almukarramah, A., & Yusuf, Y. (2020). Hydroxyapatite Extracted from Fish Bone Wastes by Heat Treatment. In *Key Engineering Materials* (Vol. 840, pp. 318-323). Trans Tech Publications Ltd.
- Reddy, B., Sreekanth, Laksmanan, P. 2007. Sulfated zirconia as an efficient catalyst for organic synthesis and transformation reactions, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 237 (2005) 93-100.
- Resya, M. A., Daulay, S. B., & Rohanah, A. (2017). Pembuatan Arang Aktif Menggunakan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Keteknik Pertanian*, 5(4).

- Retno Harfani (2009) Sintesis Katalis Padatan Asam Gamma Alumina Terfosfat (γ -Al₂O₃/PO₄) DAN Digunakan untuk Sintesis Senyawa Metil Ester Asam Lemak Dari Limbah Produksi Margarin. FMIPA UI
- Saifudin, A. (2014). Senyawa Alam Metabolit Sekunder Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian. *Deepublish*.
- Sarwono, R., Sembiring, K. C., Kusuma, D. S., & Tursiloadi, S. (2013). Uji Kinerja Katalis Cu-Zn/Ai₂O₃ Yang Dipreparasi Dengan Metode Kopresipitasi Untuk Konversi Gliserol Menjadi Propanadiol. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 15(1), 49-55.
- SASTROHAMIDJOJO, H. (1981). *A Study of some Indonesian essential oils* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Setyawan, D., Yono, T., & Rina, M. (2009). Aktivitas Katalis Ni/Zeolit pada Konversi Katalitik Metil Ester Minyak Goreng Jelantah (Mewco) pada Temperatur 450OC Menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar. *Lembaran publikasi minyak dan gas bumi*, 43(1), 65-74.
- Silvia, P. J. (2007). *How to write a lot: A practical guide to productive academic writing*. American Psychological Association.
- Simatupang, L., Dewi, R. S., & Sidabutar, B. (2014). Optimalisasi pH Untuk Meningkatkan Efektifitas dan Selektifitas Adsorben Hibrid Silika Pada Simultan Ion Logam Divalent Zn (II) dan Cd (II) Dengan Metode Ekstraksi Fase Padat. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(3), 20-28.
- Sirajuddin, M. I. (2022). Sintesis Nanopartikel Perak menggunakan Minyak Atsiri Biji Pala (*Myristica Fragrans Houtt*)(EO-AgNPs) dan Aplikasinya Sebagai Penghambat Pertumbuhan Lichen Pada Batuan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Siskayanti, R., & Kosim, M. E. (2021). Analisis Konsentrasi Minyak Atsiri dari Sereh Sebagai Aditif dalam Pembuatan Lotion Anti Nyamuk. *Jurnal Redoks*, 6(1), 26-34.

- Sriatun, S., & Suhartana, S. (2002). Impregnas Nikel Klorida pada Zeloit-Y untuk Katalis Hidrogenasi Minyak Bumi Fraksi 150-230° C.
- Susfa, Y., & Afrizal, A. The Influence of Cash Flow, Leverage, and Market to Book Ratio on the Level of Dividend Payment; Study at Consumer Goods Companies Listed in Indonesia Stock Exchange (IDX) 2015-2017.
- Turtelli, R. S., Triyono, D., Grössinger, R., Michor, H., Espina, J. H., Sinnecker, J. P., ... & Fan, G. J. (2002). Coercivity mechanism in Nd 60 Fe 30 Al 10 and Nd 60 Fe 20 Co 10 Al 10 alloys. *Physical Review B*, 66(5), 054441.
- Yahya, S. R. Pembuatan katalis nish/h-bentonit untuk siklisasi-hidrogenasi sitronelal (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- YAMARTIKA, M. T., Rachmat, A., & Purwaningrum, W. (2014). Esterifikasi Distilat Asam Lemak Minyak Sawit dalam Menggunakan Katalis Asam Padat W03-TI02 (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Zamhari, M., Junaidi, R., Rachmatika, N., & Oktarina, A. (2021). Pembuatan Katalis Berbasis Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Diimpregnasi KOH Pada Reaksi Transesterifikasi Sintesis Biodiesel. *KINETIKA*, 12(1), 23-31.
- Zhao, Y., Pan, H., Liu, W., Liu, E., Pang, Y., Gao, H., He, Q., Liao, W., Yao, Y., Zeng, J., and Guo, J. 2023. Menthol: An understimeted anticancer agent: *Frontiers in Pharmacology*.