

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS NI/BENTONIT DAN
APLIKASINYA PADA KONVERSI SITRAL**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**

Oleh:

**Wahyu Rhamadoni
20106030023**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN JUDUL

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS NI/BENTONIT DAN
APLIKASINYA PADA KONVERSI SITRAL**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**

Oleh:

**Wahyu Rhamadoni
20106030023**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN



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-549/Un.02/DST/PP.00.9/04/2025

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis dan Karakterisasi Katalis Ni/Bentonit Teraktivasi Asam Dan Aplikasinya pada Konversi Sitral

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : WAHYU RHAMADONI
Nomor Induk Mahasiswa : 20106030023
Telah diujikan pada : Rabu, 12 Maret 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Priyagung Dheni Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 67fde2b34910e



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

Valid ID: 67d0fca06a455



Penguji II
Karmanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 67fca8f8df001



Yogyakarta, 12 Maret 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6805b4117a9a6

HALAMAN PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Rhamadoni
Nim : 20106030023
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Katalis Ni/Bentonit Teraktivasi Asam dan Aplikasinya Pada Konversi Sitral”** 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, 03 Maret 2025

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Wahyu Rhamadoni
Nim. 20106030023

PENGESAHAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

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 : Wahyu Rhamadoni

NIM : 20106030023

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Katalis Ni/Bentonit Teraktivasi Asam dan Aplikasinya pada Konversi Sitral

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 dimunqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 04 Maret 2025/
Pembimbing

Priyagung Dhemil Widiakongko, M.Sc.
NIP. 199003302019031008

HALAMAN MOTTO

“Dunia ini hanya tentang tiga hari: hari kemarin, masa yang tidak dapat diulang.

Hari ini, masa untuk beramal. Hari esok, masa yang masih belum pasti”

Imam Hasan Al-Bashri



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua tercinta, dosen, dan teman-teman di program studi kimia, serta almamater Universitas UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Katalis Ni/Bentonit dan Aplikasinya pada Konversi Sitral” sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat sarjana sains di bidang kimia.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan saran selama tahap penelitian hingga penulisan, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada:

1. Prof. Noorhaidi, M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Prof. Dr. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga
4. Bapak Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, nasihat dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir.
5. Bapak dan ibu dosen program studi kimia yang telah memberikan pengetahuan yang sangat berguna selama perjalanan akademik.
6. Kedua orang tua, bapak Sueb Subeno dan ibu Maesaroh serta segenap keluarga yang senantiasa mendoakan, memotivasi, nasihat, dan membantu penulis baik dalam segi finansial maupun psikis.
7. Segenap PLP laboratorium kimia terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, terkhusus bapak Wijayanto yang telah memberikan arahan selama proses penelitian berlangsung.
8. Rekan-rekan kimia angkatan 2020 “Hydroxyl” yang telah kebersamaan selama proses pembelajaran
9. Segenap pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungan mereka dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sepenuhnya sempurna, oleh karena itu dengan penuh kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap bahwa tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 10 Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR DIAGRAM.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Landasan Teori	11
1. Sitral.....	11
2. Bentonit.....	12
3. Katalis Nikel	15
4. Aktivasi Asam.....	16
5. Impregnasi	18
6. Keasaman Katalis	19
7. XRD.....	22
8. FTIR.....	23

9. GC-MS.....	24
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
B. Alat-Alat dan Bahan Penelitian	28
C. Prosedur Kerja Penelitian.....	28
D. Analisis Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Aktivasi Bentonit Dengan HCl	32
B. Karakterisasi Katalis Ni/Bentonit.....	38
C. Keasaman Bentonit dan Katalis	40
D. Aplikasi dalam Konversi Sitral	44
E. Usulan Mekanisme Reaksi	51
BAB V PENUTUP.....	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

gambar 2. 1 Struktur Kimia Neral dan Geranial (Sital).....	12
gambar 2.2. Struktur Bentonit (Filayati & Rusmini, 2012)	14
gambar 2.3 Reaksi Asam pada Bentonit (Iarosa, 2007)	18
gambar 2.4 Mekanisme Pertukaran Kation (Wahyuningsih, et. al., 2020)	18
gambar 2.5 Interaksi piridin dengan asam lewis dan asam bronsted	20
gambar 4.1 Pertukaran kation pada bentonit.....	32
gambar 4.2 FTIR Sampel Bentonit dan Bentonit Termodifikasi	34
gambar 4.3 XRD Bentonit dan Bentonit Termodifikasi	36
gambar 4.4 FTIR Bentonit, Bentonit Termodifikasi, dan Katalis Ni/Bentonit.....	39
gambar 4.5 XRD Bentonit Termodifikasi dan Ni/Bentonit	40
gambar 4.6 FTIR Sital, Hasil Reaksi 1, dan Hasil Reaksi 2	45
gambar 4.7 Kromatogram GC Minyak Sital.....	48
gambar 4.8 Kromatogram Hasil Reaksi 1	49
gambar 4.9 Kromatogram Hasil Reaksi 2	49
gambar 4.10 Transformasi Sital Menjadi Kariofilen Oksida	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Total Keasaman Sampel.....	42
Tabel 4.2 Hasil Uji Anova Single Factor Untuk Bentonit, Bentonit Termodifikasi, dan Ni/Bentonit	44



DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1 Rata-rata total keasaman sampel.....	43
Diagram 4.2 Perbandingan senyawa minyak atsiri, hasil reaksi 1 reaksi 2	50



ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS NI/BENTONIT DAN APLIKASINYA PADA KONVERSI SITRAL

Oleh :

Wahyu Rhamadoni

20106030023

Pembimbing:

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.

Sintesis katalis Ni/Bentonit dan aplikasinya dalam konversi sitral telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah karakterisasi Ni/Bentonit berdasarkan spektrofotometri FTIR dan difraksi sinar X dengan difraktogram XRD serta menganalisis produk yang dihasilkan dalam sintesis. Aktivitas katalitik diuji dalam kondisi refluks pada suhu 80°C dan 100°C tanpa tambahan pelarut dan donor hidrogen. Katalis Ni/Bentonit disintesis dengan metode impregnasi basah dengan gas hidrogen sebagai reduktor. Ni/Bentonit berhasil disintesis berdasarkan identifikasi FTIR oleh adanya serapan pada panjang gelombang pada 1026 cm⁻¹ yang mengindikasikan gugus Si-O dalam bentonit serta difraktogram XRD mengindikasikan gugus Si-O dalam bentonit serta XRD mengindikasikan keberadaan Ni pada puncak serapan $2\theta = 45^\circ$ dan $2\theta = 47,7^\circ$. Katalis tersebut berhasil mengkonversi sitral menjadi senyawa siklik sebanyak 51,1% dengan produk utama kariofilen oksida.

Kata kunci: nikel, bentonit, katalis, sitral

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ACID-ACTIVATED NI/BENTONITE CATALYST AND ITS APPLICATION IN CITRAL CONVERSION

By :

Wahyu Rhamadoni

20106030023

Supervisor :

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.

The synthesis of Ni/Bentonite catalyst and its application in citral conversion has been carried out. The aim of this study was to characterize Ni/Bentonite based on FTIR spectrophotometry and X-ray diffraction with XRD diffractograms and analyse the products produced in the synthesis. The catalytic activity was tested under reflux condition at 80°C and 100°C without additional solvent and hydrogen donor. Ni/Bentonite catalyst was synthesized by wet impregnation method with hydrogen gas as reductant. Ni/Bentonite was successfully synthesized based on FTIR identification by the presence of absorption at wavelength of 1026 cm^{-1} indicating Si-O groups in bentonite and XRD indicating the presence of Ni at absorption peaks. the catalyst successfully converted citral into cyclic compounds as much as 51,1% with the main product being caryophyllene oxide.

Keywords: nickel, bentonite, catalyst, citral

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Katalis berperan penting dalam membantu reaksi kimia berjalan lebih cepat tanpa ikut berubah secara permanen atau menyatu dengan produk pada hasil akhir (Ramadhanti, 2023). Katalis bekerja menurunkan energi aktivasi reaksi. Tujuannya adalah dapat menurunkan energi minimum yang diperlukan untuk terjadinya tumbukan sehingga proses reaksi berlangsung dengan lebih cepat (Putra & Iskandar, 2023). Katalis logam transisi umumnya sering digunakan dalam eksplorasi berbagai jenis transformasi senyawa organik. Keunggulan ini terletak pada kemampuannya dalam memfasilitasi jalur krusial dalam proses sintesis, seperti hidrogenasi, siklisasi, polimerisasi, oksidasi, dan isomerisasi (Amrutkar et al., 2022). Katalis logam transisi dapat membantu mengontrol reaktivitas substrat lewat ikatan koordinasi yang terbentuk antara logam dan ligan atau senyawa yang terlibat. (Zhang et al., 2024).

Salah satu proses penting dalam industri kimia adalah hidrogenasi. Hidrogenasi adalah proses reduksi atau penambahan hidrogen pada ikatan rangkap dari molekul menghasilkan produk yang lebih jenuh dan stabil (Ansyari & Santoso, 2024). Hidrogenasi umum dilakukan pada konversi senyawa-senyawa organik yang tergolong ke dalam kelompok alkena dan alkuna (Ansyari & Santoso, 2024). logam mulia seperti paladium, ruthenium, platina, dan rhodium biasanya dipilih sebagai katalis karena mempunyai keaktifan yang besar pada reaksi hidrogenasi (Hudaya et al., 2016). Logam mulia mempunyai harga yang mahal, sehingga memerlukan biaya

produksi tinggi dalam industri. Golongan logam transisi seperti nikel sering dipilih sebagai alternatif pengganti katalis logam mulia karena mempunyai keunggulan nilai ekonomis. Hal ini karena nikel terletak pada golongan yang sama dengan paladium atau platinum, sehingga mempunyai potensi mekanisme reaksi yang sama dengan katalis logam mulia.

Katalis nikel bekerja dengan cara membentuk ikatan koordinasi dengan substrat. Proses ini memungkinkan nikel mengaktifkan ikatan π pada gugus ikatan rangkap karbon. ketika ikatan π ini menjadi lebih lemah, ikatan tersebut rentan dan lebih mudah diserang dan bergabung oleh gugus aktif lain yang dibawa oleh nikel (Xiao et al., 2019). Penelitian Mualim & Permana, (2022) menunjukkan bahwa katalis nikel dapat mereduksi ikatan rangkap pada furfural dengan asam format sebagai sumber hidrogen. Dengan mekanisme yang serupa, katalis nikel juga berpotensi digunakan dalam reaksi hidrogenasi senyawa organik tak jenuh seperti sitral.

Sitral adalah senyawa organik yang termasuk dalam golongan monoterpenoid aldehid. Sitral mempunyai struktur rantai karbon panjang atau asiklik dengan rumus kimia $C_{10}H_{15}O$. Senyawa ini mempunyai aroma khas lemon yang kuat dan dapat ditemukan dalam minyak atsiri tanaman secara alami seperti jeruk, lemon, tomat dan sereh wangi (Rubiyanto & Fitriyah, 2016). Struktur sitral terdiri tiga ikatan rangkap, yaitu ikatan rangkap karbon, ikatan rangkap terkonjugasi dan karbonil. Ikatan rangkap karbon ($C=C$) lebih mudah mengalami hidrogenasi dibandingkan dengan karbonil karena mempunyai energi ikatan yang lebih rendah. Sitral mempunyai potensi besar untuk dikonversi menjadi senyawa terpenoid lainnya

yang bermanfaat bagi manusia. Contohnya adalah sitronelal, sitronelol dan 3,7-dimetiloktanol. Senyawa terpenoid tersebut sangat dibutuhkan sebagai tambahan pada bahan baku parfum, farmasi dan produk pengusir serangga (Aumo et al., 2005).

Konversi sitral umumnya menggunakan katalis heterogen dan melewati proses hidrogenasi yang menghasilkan produk utama berupa sitronelal (Mäki-Arvela et al., 2002). Jenis produk yang dihasilkan juga bergantung pada komponen yang terlibat dalam reaksi. Katalis nikel raney pada penelitian Sudiyarmanto, et. al. (2017) dan katalis nikel/zeolit pada penelitian Huang, Y., et. al. (2021) mampu mengkonversi sitral menjadi produk utama sitronelal dan komponen kecil lainnya berupa geraniol dan isopulegol.

Penelitian terbaru oleh Simakova, I., et. al. (2023) menunjukkan hasil konversi sitral menjadi senyawa siklik berupa mentol dengan katalis nikel yang diimbangkan pada campuran zeolit dan bentonit. Katalis heterogen memberikan keuntungan pada industri kimia karena kemudahan dalam proses pemisahan antara katalis dan produk yang dihasilkan. Katalis heterogen mudah untuk diregenerasi sehingga dapat digunakan secara berulang dan lebih ramah lingkungan. Mineral padat berbasis silika-alumina seperti zeolit dan bentonit berpotensi digunakan sebagai katalis heterogen (Fatimah et al., 2008).

Bentonit adalah mineral yang tersusun dari kristal alumino-silikat terhidrasi dan mengandung kation alkali atau alkali tanah. Keberadaan ion-ion logam tersebut dapat ditukar dengan kation lain tanpa merusak struktur alami bentonit (Mahmudha

& Nugraha, 2016). Bentonit mempunyai luas permukaan yang besar, kemampuan mengembang, sifat penukar ion dan mudah menyerap air. Karena sifat-sifat ini, bentonit sangat ideal dimanfaatkan sebagai adsorben. Selain itu, adanya situs asam dan bronsted pada permukaan bentonit menambah nilai guna material tersebut karena dapat berfungsi sebagai katalis (Ruskandi et al., 2020).

Bentonit biasanya mengandung bahan-bahan pengotor dan mempunyai daya adsorpsi yang tidak terlalu kuat. Langkah modifikasi bentonit perlu dilakukan untuk menghilangkan zat-zat pengotor tersebut, sehingga dapat meningkatkan sifat katalitiknya. Salah satu cara modifikasi bentonit adalah pelarutan asam anorganik seperti HCl yang disertai oleh perlakuan termal. Aktivasi asam adalah cara termudah dan ekonomis yang berfungsi untuk meningkatkan porositas, situs aktif katalis dan kapasitas adsorpsi (Ursu et al., 2011). Aktivasi asam dapat situs-situs asam bronsted dan lewis baru pada permukaan bentonit, sehingga berpotensi mempermudah jalannya reaksi siklisasi senyawa organik. Hal ini didukung oleh penelitian Mahmudha & Nugraha, (2016) menunjukkan adanya peningkatan jumlah isopulegol dengan katalis bentonit.

Berdasarkan pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa bentonit yang diaktivasi asam mempunyai keasaman tinggi dan luas permukaan yang besar sehingga mendorong reaksi siklisasi senyawa organik. Di sisi lain, katalis nikel terbukti mempunyai kemampuan reduksi tinggi, sehingga efektif digunakan dalam hidrogenasi (Aditya, 2021). Dengan memanfaatkan sifat masing-masing material ini, kombinasi kedua material tersebut berpotensi melakukan transformasi sitral secara simultan melalui mekanisme hidrogenasi dan siklisasi dengan efisien. Untuk

mengetahui keberhasilan sintesis katalis Ni/Bentonit, dilakukan tahap karakterisasi dengan beberapa teknik instrumental. Analisis XRD digunakan untuk identifikasi fase kristalin dan memastikan adanya penambahan nikel pada permukaan bentonit (Filayati & Rusmini, 2012). Pola difraksi yang terbentuk dapat memberikan gambaran perubahan struktur kristalin bentonit setelah aktivasi maupun impregnasi logam nikel. Selain itu, analisis FTIR juga dilakukan untuk mengamati perubahan gugus fungsi aktif yang ada pada katalis (Twilana et al., 2012).

Penelitian ini berfokus pada pengembangan katalis heterogen berbasis Ni/Bentonit yang tidak memerlukan pelarut tambahan ataupun donor hidrogen. hal ini tidak hanya dapat menyederhanakan proses, tetapi juga dapat meminimalkan limbah yang dihasilkan dan menurunkan biaya operasional produksi. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan baru tentang mekanisme siklisasi dan hidrogenasi senyawa organik menggunakan katalis heterogen berbasis Ni/Bentonit. penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi yang positif pada pengembangan proses industri menghasilkan senyawa siklik yang efisien dan ramah lingkungan.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Katalis nikel diimpregnasi pada bentonit dan direduksi dengan gas hidrogen.
2. Karakterisasi berupa gugus fungsi yang aktif dan mineral pada katalis Ni/Bentonit.
3. Karakterisasi bentonit dan katalis Ni/Bentonit menggunakan XRD dan FTIR

4. Katalis Ni/Bentonit digunakan untuk mengkonversi sitral menjadi turunannya dengan metode refluks
5. Proses refluks tidak disertai pelarut

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Bagaimana karakterisasi katalis Ni/Bentonit dengan instrumen XRD dan FTIR?
2. Bagaimana karakterisasi produk dan rendemen yang dihasilkan dari transformasi sitral dengan katalis Ni/Bentonit?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini meliputi:

1. Karakterisasi katalis Ni/Bentonit dengan instrumen XRD dan FTIR.
2. Analisis produk dan rendemen hasil transformasi sitral dengan katalis Ni/Bentonit.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan wawasan terkait reaktivitas gugus fungsi, mekanisme, dan alur reaksi konversi sitral menjadi senyawa turunannya. Selain itu, penelitian ini juga mempelajari aktivitas katalis Ni/Bentonit yang dapat menjembatani jalannya reaksi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan metode sintesis yang efisien dan ramah lingkungan

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Katalis Ni/Bentonit yang disintesis menggunakan reduktor gas hidrogen berhasil terbentuk. Karakterisasi FTIR menunjukkan adanya perubahan pada gugus bentonit. Selain itu, hasil XRD mengkonfrmasi keberadaan NiO dalam struktur bentonit pada $2\theta = 45^\circ$ dan $2\theta = 47,7^\circ$.
2. Katalis Ni/Bentonit dengan reduktor gas hidrogen dapat mengkonversi sitral menjadi 20 senyawa siklik dengan kadar 51,1% pada reaksi 1 dan 15 senyawa siklik pada reaksi 2 dengan kadar meningkat 52,63%. Senyawa terbesar yang terbentuk adalah (-)-caryophyllene oxide dengan kadar 15,76% pada reaksi 1 dan 15,21% pada reaksi 2.

B. Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian lebih lanjut dan mendalam adalah:

1. Variasi lebih lanjut pada parameter sintesis, seperti konsentrasi nikel, suhu reaksi, dan waktu impregnasi untuk meningkatkan distribusi nikel dalam bentonit.
2. Selain XRD dan FTIR, disarankan melakukan karakterisasi SEM untuk mengetahui perubahan luas permukaan dan porositas pada katalis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R. (2018). Hidrogenasi 2-Etil Heksenal Berkatalis Nikel: Pengaruh Penambahan Logam Cu Dan K Terhadap Aktivitas Katalis Dengan Studi Statistik. *Tesis Magister Teknik Kimia*, Institut Teknologi Bandung.
- Adnyana, I. (2012). Efikasi Pestisida Nabati Minyak Atsiri Tanaman Tropis Terhadap Mortalitas Ulat Bulu Gempinis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, Universitas Udayana.
- Agustian, E., Sulaswatty, A., & Adilina, I. (2007). Pemisahan Sitronelal Dari Minyak Sereh Wangi Menggunakan Unit Fraksionasi Skala Bench. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 02.
- Arvela, P., Tiainen, L., Lindblad, M., Demirkan, K., Kumar, N., Sjöholm, R., . . . Murzin, D. (2003). Chemoselective Hydrogenation Of Carbonyl Compounds Over Heterogeneous Catalysts. *Applied Catalyst A : General*, 271-288.
- Asiedu, A., & Kumar, S. (2019). Kinetics And Optimization Of Catalytic Transfer Hydrogenation Of Wco Using 2-Propanol As H-Donor Over NiOx-MoOx-CoOx/Zeolite. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 1-52.
- Abdel Salam, M., Abukhadra, M. R., & Adlii, A. (2020). Insight Into The Adsorption And Photocatalytic Behaviors Of An Organo-Bentonite/Co₃O₄ Green Nanocomposite For Malachite Green Synthetic Dye And Cr(VI) Metal Ions: Application And Mechanisms. *ACS Omega*, 5(6), 2766–2778. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03411>
- Aykaç, H., & Yilmaz, S. (2008). Article 11 1-1-2008 Part Of The Chemistry Commons Recommended Citation Recommended Citation AYKAÇ. In *Turkish Journal Of Chemistry* (Vol. 32, Issue 5). <https://journals.tubitak.gov.tr/chem/Vol32/Iss5/11>
- Bakri, R., Utari, T., & Sari, I. P. (2008). Kaolin Sebagai Sumber SiO₂ Untuk Pembuatan Katalis Ni/SiO₂: Karakterisasi Dan Uji Katalis Pada Hidrogenasi Benzena Menjadi Sikloheksana. *Makara Journal Of Science*, 12(01): 37-43.
- Bao, T., Dantie, M. M., Hosseinzadeh, A., Wei, W., Jin, J., Vo, H. N., . . . I, B.-J. (2020). Bentonite-Supported Nano Zero-Valent Iron Composite As A Green Catalyst For Bisphenol A Degradation: Preparation, Performance, And Mechanism Of Action. *Journal Of Environmental Management*, 1-8.
- Barath, E. (2018). Hydrogen Transfer Reactions Of Carbonyls, Alkynes, And Alkenes With Noble Metals In The Presence Of Alcohols/Ethers And Amines As Hydrogen Donors. *Catalysts*, 1-25.
- Boucheta, A., Bared, R., & Kacimi, S. (2023). Synthesis Of Ni/Bentonite Catalysts And Its Application For Transesterification Of Sunflower Oil Into Biodiesel. *Algerian Journal Of Environmental Science And Technology*, 09(02): 3157-3161.
- Bendou, S., & Amrani, M. (2014). Effect Of Hydrochloric Acid On The Structural Of Sodic-Bentonite Clay. *Journal Of Minerals And Materials Characterization And Engineering*, 02(05), 404–413. <https://doi.org/10.4236/jmmce.2014.25045>

- Bieseki, L., Bertella, F., Treichel, H., Penha, F. G., & Pergher, S. B. C. (2013). Acid Treatments Of Montmorillonite-Rich Clay For Fe Removal Using A Factorial Design Method. *Materials Research*, 16(5), 1122–1127. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392013005000114>
- Bendou, S., & Amrani, M. (2014). Effect Of Hydrochloric Acid On The Structural Of Sodic-Bentonite Clay. *Journal Of Minerals And Materials Characterization And Engineering*, 02(05), 404–413. <https://doi.org/10.4236/Jmmce.2014.25045>
- Bieseki, L., Bertella, F., Treichel, H., Penha, F. G., & Pergher, S. B. C. (2013). Acid Treatments Of Montmorillonite-Rich Clay For Fe Removal Using A Factorial Design Method. *Materials Research*, 16(5), 1122–1127. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392013005000114>
- Chen, Y., Liaw, B., & Chiang, S. (2005). Selective Hydrogenation Of Citral Over Amorphous Ni And Co Nano-Catalysts. *Application Catalyst*, 97-104.
- Dai, N., Shang, R., Fu, M., & Fu, Y. (2015). Transfer Hydrogenation Of Ethyl Levulinate To γ -Valerolactone Catalyzed By Iron Complexes. *Chinese Journal Of Chemistry*, 1-4.
- Deraz, N. M. (2018). Sintering Process And Catalysis. *International Journal Of Nanomaterials, Nanotechnology And Nanomedicine*, 04(01): 001-003.
- Douliat, D., Leodopoulos, C., Gimouhopoulos, K., & Rigas, F. (2009). Adsorption Of Humic Acid On Acid-Activated Greek Bentonite. *Journal Of Colloid And Interface Science*, 131-141.
- Du, Y., Chen, H., Chen, R., & Xu, N. (2004). Synthesis Of P-Aminophenol From P-Nitrophenol Over Nano-Sized Nickel Catalysts. *Applied Catalysis A: General*, 259-264.
- Dutta, D., Borah, B. J., Saikia, L., Pathak, M. G., Sengupta, P., & Dutta, D. K. (2011). Synthesis And Catalytic Activity Of Ni-Acid Activated Montmorillonite Nanoparticles. *Applied Clay Science*, 650-656.
- Dzaky Mualim, A., Permana, Y., Studi Analisis Kimia, P., AKA Bogor Jl Pangeran Sogiri No, P., Baru, T., Utara, B., Bogor, K., & Barat, J. (2022). Pengujian Aktivitas Katalitik Nikel Berpori Yang Disintesis Menggunakan Metode Pengadukan Mekanik Untuk Proses Hidrogenasi Furfural. *Warta Akab*, 46(1), 62–66.
- Ekawati, R., Taslimah, & Pardoyo. (2010). Pengaruh Aktivasi Zeolit Dengan KMnO_4 , $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ Dan H_2SO_4 Terhadap Adsorpsifitas Ion Na^+ Dan Mg^{2+} Diujikan Pada Air Tanah Karimunjawa Blok I. *Jurnal Sains & Matematika*, 18(04): 150-157.
- Efiyanti, L., & Santi, D. (2016). Pengaruh Katalis Ni Dan NiOOH Terhadap Perengkahan Minyak Cangkang Biji Jambu Mete. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(3), 189–197. <https://doi.org/10.20886/Jphh.2016.34.3.189-197>
- Fatimah, S., Putri, D. K., & Darmayanti, R. F. (2022). Essential Oil Extraction From Citronella (*Cymbopogon Nardus* (L.)) Using Solvent Free Microwave Extraction Method (Sfme). *Journal Of Biobased Chemicals*, 56-64.
- Fitri, N., Safitri, I., & Merdekawati, K. (2019). Produksi Minyak Atsiri Untuk Mengembangkan Desa Pelutan, Kecamatan Gebang, Purwejo, Jawa Tengah

Sebagai Sentra Minyak Atsiri. *Jurnal Abdimas Madani Dan Lestari*, 01(02): 79-96.

- Fadhillah Ansyari, M., & Santoso, T. B. (2024). Identifikasi Rate Determining Step (Rds) Pada Reaksi Hidrogenasi I-Oktana Menjadi I-Oktana Dengan Katalis Ni/Al₂O₃. *Journal Of Polymer Chemical Engineering And Technology*, 2(1), 7–18. <https://doi.org/10.52330/Jpcet.V2i1.320>
- Filayati, M. R., & Rusmini, D. (2012). Pengaruh Massa Bentonit Teraktivasi H₂ So 4 Terhadap Daya Adsorpsi Iodium A Study Of Influence The Mass Activated Bentonite H₂ So 4 On The Adsorption Of Iodine. In *Unesa Journal Of Chemistry* (Vol. 1, Issue 1).
- Hakim, S. H., & Shanks, B. H. (2011). Synthesis And Characterization Of Hierarchically Structured Aluminosilicates. *Journal Of Material Chemistry*, 7364-7375.
- Hamid, H. A. (2023). Cymbopogon Citratus And Cymbopogon Nardus Essential Oil Components Ftir, Chemometrics Assessment And Identification Using Gc-MS. *Malaysian Journal Of Analytical Sciences*, 27 (03): 641-652.
- Handoko, D. S., Triyono, Narsito, & Wahyuningsih, T. D. (2009). Pengaruh Temperatur Terhadap Kinerja Katalis Ni/Zeolit Pada Reaksi Hidrogenasi Katalitik 1-Oktadekena. *Reaktor*, 12(04): 218-225.
- Huang, Y., Qiu, S., Xu, J., & Lian, H. (2021). Hydrogenation Of Citral To Citronellal Catalyzed By Waste Fluid Catalytic Cracking Catalyst Supported Nickel. *Acs Omega*, 6(1), 476–482. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c04912>
- Idrees, M., Hakkim, L., & Naikoo, G. (2019). Recent Advances In Extraction, Characterization, And Potential Use Of Citral. *Natural Bioactive Compunds*, 225-236.
- Iftitah, E., M., M., W., T., & R., A. (2010). Cyclization And Hydrogenation Of (+)-Citronellal To Menthols Over ZnBr₂ And Ni Catalysts Supported On Y-Al₂O₃. *Indo.J. Chem*, 10(02):13.
- Imran Din, M., & Rani, A. (2016). Recent Advances In The Synthesis And Stabilization Of Nickel And Nickel Oxide Nanoparticles: A Green Adeptness. In *International Journal Of Analytical Chemistry* (Vol. 2016). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2016/3512145>
- Jhang, Pandey, Saroj, Agrawal, Dwivedi, Srivastavaj, . . . Chanotiya. (2022). Registration Of Cim-Vrinda: A Citral (Neral And Geranial) Rich High Essential Oil Yielding Variety Of Ocimum Basilicum L. *Journal Of Medicinal And Aromatic Plant*, 44(03-04): 127.
- Jung, H. M., Lee, E. M., Ji, B. C., Sohn, S. O., Ghim, H. D., Cho, H., . . . Yeum, J. H. (2006). Preparation Of Poly(Vinyl Acetate)/Clay And Poly(Vinyl Acetate)/Poly(Vinyl Alcohol) Clay Microspheres. *Fiber And Polymers*, 07(03): 229-234.
- Jiang, Y., Li, X., Qin, Z., & Ji, H. (2016). Preparation Of Ni/Bentonite Catalyst And Its Applications In The Catalytic Hydrogenation Of Nitrobenzene To Aniline. *Chinese Journal Of Chemical Engineering*, 24(9), 1195–1200. <https://doi.org/10.1016/J.Cjche.2016.04.030>

- Jyoti, D. (2015). Esters, Terpenes And Flavours: Make The Mood Cheers By Three Musketeers. *World Journal Of Pharmaceutical Research*, 04(08): 01-40 .
- Kristinawati, A., Nikmatin, S., Irmansyah, & Setyaningsih, D. (2020). Extraction Of Citronella Oil Using An Ohmic Heating Method. *Earth And Environmental Science*, 3.
- La Ifa, Badawing, M., Jumrawati, S., & Mustafiah, M. (2021). Pengaruh Suhu Dan Bobot Katalis Hidrogenasi Minyak Inti Sawit Sebagai Bahan Pelunak Kompon Karet. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 06(01):25.
- Lenardao, E., Botteselle, G., Azambuja, F., Perin, G., & Jacob, R. (2007). Citronellal As Key Compound In Organic Synthesis. *Tetrahedron*, 63(29): 6671-6712.
- Liherlinah. (2009). *Sintesis Nanokatalis Cu/Zuo/Al₂O₃ Dengan Untuk Mengubah Metanol Menjadi Hidrogen*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Lima, L., Perez, L., Sousa, J., Pinheiro, L., & Filho, O. (2017). Antifungal Activity Of Citronellal On Candida Albicans Isolates Of Pediatric Clinical Importance. *Latin American Journal Of Pharmacy*, 36(10): 2042-2047.
- Luvita, V., Sugiarto, A. T., & Savitri. (2016). Optimization Of Kolong Water Treatment Using Advanced Oxidation Processes (Aops) Methods And Heterogenous Catalyst Impregnation To Temove Metals In Olong. *Instrumentasi*, 40(01): 1-6.
- Ma, D., Zhai, S., Wang, Y., Liu, A., & Chen, C. (2019). Tio₂ Photocatalysis For Transfer Hydrogenation. *Molecules*, 1-22.
- Mahmudha, S., & Nugraha, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kandungan Senyawa Isopulegol Pada Minyak Sereh Wangi Kabupaten Gayo Lues-Aceh. *Chimica Et Natura Acta*, 04 (03): 123-129.
- Mehrabadi, B., Eskandari, S., Khan, U., White, R., & Regalbuto, J. R. (2017). A Review Of Preparation Methods For Supported Metal Catalysts. *Advances In Catalysis*, 2-4.
- Melo, M., Sena, L., Barreto, F., Bonjardim, L., Almeida, J., Lima, J., . . . Quintans-Junior, L. (2010). Antinociceptive Effect Of Citronellal In Mice. *Pharmaceutical Biology*, 48(04): 411-416.
- Moreno, J., & Peinado, R. (2012). Wine Colloids. *Enological Chemistry*, 19.
- Munnik, P., Petra, E., & Krijn, P. (2015). Recent Developments In The Synthesis Of Supported Catalyst. *American Chemical Society*, 6687-6718.
- Muray, H. (2007). Occurrences, Processing And Application Of Kaolins, Bentonite, Palygorskitesepiolite, And Common Clays. *Applied Clay Mineralogy*, Vol. 55 No. 6.
- Machfud, M., & Rusmini. (2017). Pengaruh Waktu Interaksi Bentonit Teraktivasi Terhadap Daya Serap Iodium. *Indonesian Chemisry And Application Journal (Icaj)*, 1(1), 2017.
- Mahmudha, S., & Nugraha, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kandungan Senyawa Isopulegol Pada Minyak Sereh Wangi Kabupaten Gayo Lues-Aceh. *Chimica Et Natura Acta*, 4, 123.

- Mirzan, M., Wijaya, K., Falah, I. I., & Trisunaryanti, W. (2019). Synthesis And Characterization Of Ni-Promoted Zirconia Pillared Bentonite. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1242(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1242/1/012013>
- Nandiyanto, A. B., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How To Read And Interpret Ftir Spectroscope Of Organic Material. *Indonesian Journal Of Science & Technology*, 04(01): 97-118.
- Nasikin, M., & Susanto, H. (2010). *Katalis Heterogen*. Depok: Universitas Indonesia.
- Nisyak, K., Iftitah, E. D., & Tjahjanto, R. T. (2017). Konversi Sitronelal Menjadi Senyawa Isopulegol Dengan Katalis $ZnBr_2$ / B Zeolit. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 39(02): 47-54.
- Nugraha, A., & Nandiyanto, A. B. (2021). How To Read And Interpret Gc/Ms Spectra. *Indonesian Journal Of Multidisciplinary Research*, 171-206.
- Paoli, M., Maroselli, T., Casanova, J., & Bighelli, A. (2023). A Fast And Reliable Method To Quantify Neral And Geranial (Citral) In Essential Oils Using H Nmr Spectroscopy. *Flavour And Fragrance Journal*, 38 :476-482.
- Permana, E., Cristine, I., Murti, S., & Yanti, F. M. (2020). Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Cu/Zno Dengan Support Karbon Aktif Menggunakan Aktivator H_3PO_4 Dan $ZnCl_2$. *Jurnal Teknologi*, 13(01): 6-15.
- Pihlasalo, J., Klika, K. D., Murzin, D. Y., & Nieminen, V. (2007). Conformational Equilibria Of Citral. *Journal Of Molecular Structure*, 33-41.
- Putra, R. A. (2012). Hidrogenasi Minyak Jarak Dengan Menggunakan Katalis Nikel/Zeolit Alam Pada Tekanan Rendah Untuk Pembuatan Asam 12-Hidroksistearat. *Skripsi Program Studi Teknik Kimia*, Universitas Indonesia.
- Putri, Q. U., Hasanudin, & Mara, A. (2022). Comparison Of Acidity Test Method Of Nickel Phosphate Silica Catalyst For Production Levulinic Acid From Glucose. *Indonesian Journal Of Fundamental And Applied Chemistry*, 07(03): 106-112.
- Putri, W. K., & Sabani. (2018). Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Logam Berat Mg, Al, Dan Zn Menggunakan Larutan Naoh. *Jurnal Einstein*, 22-28.
- Riduan, A. (2012). Hidrogenasi Minyak Jarak Menggunakan Katalis Nio/Y- Al_2O_3 Pada Tekanan Rendah Dengan Variasi Temperatur Operasi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Gemuk Pelumas. *Skripsi Program Studi Kimia*, Universitas Indonesia.
- Prasetiowati, Y., & Koestiari, D. (2014). Kapasitas Adsorpsi Bentonit Teknis Sebagai Adsorben Ion Cd^{2+} Capacity Of Adsorption Technical Bentonite As Adsorbent Cd^{2+} Ions. In *Unesa Journal Of Chemistry* (Vol. 3, Issue 3).
- Putra, I. G., & Iskandar, N. (2023). Pengaruh Persentase Binder Bentonit Terhadap Densitas Pelet Katalis Zeolit Alam. *Jurnal Teknik Mesin S-I*, 11(1), 44-47.
- Rosyid, M., Nawangsih, E., & Dewita. (2012). Perbaikan Surface Area Analyzer Nova-1000 (Alat Penganalisis Luas Permukaan Serbuk). *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengelolaan Perangkat Nuklir*, 467-471.

- Ruskandi, C., Siswanto, A., & Widodo, R. (2020). Karakterisasi Fisik Dan Kimiawi Bentonite Untuk Membedakan Natural Sodium Bentonite Dengan Sodium Bentonite Hasil Aktivasi. *Jurnal Polimesin*, 18(01): 53-60.
- Rawajfih, Z., & Nsour, N. (2010). Adsorption Of Γ -Picoline Onto Acid-Activated Bentonite From Aqueous Solution. *Applied Clay Science*, 47(3–4), 421–427. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2009.12.012>
- Rubiyanto, D., & Da'watun Fitriyah, D. (2016). Isolasi Cis-Dan Trans-Sitral Dari Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum Citriodorum*, L) Dengan Metode Ekstraksi Bisulfit Dan Metode Distilasi Uap. *Indonesian Journal Of Essential Oil*, X, No.X, 1–5.
- Ruskandi, C., Siswanto, A., & Widodo, R. (2020). Karakterisasi Fisik Dan Kimiawi Bentonite Untuk Membedakan Natural Sodium Bentonite Dengan Sodium Bentonite Hasil Aktivasi. *Jurnal Polimesin*, 18(01): 53.
- Ruwindya, Y. (2022). Perbandingan Detektor Fid Dan Ms Dalam Penentuan Sitronelal Minyak Atsiri Sereh Wangi. *Indonesian Journal Of Chemical Analysis*, 05(02): 95-102.
- Saleh, S., & Mahasneh, M. (2015). Activation Of Jordanian Ore Bentonite By Sodium Carbonates. *Journal Of Minerals And Materials Characterization And Engineering*, 03(06): 477-487.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Mudzakir, A. (2012). *Karakterisasi Material Prinsip Dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia*. Bandung: Upi Press.
- Sudiyarmanto, Hidayati, L. N., Kristiani, A., & Aulia, F. (2017). Hydrogenation Of Citral Into Its Derivatives Using Heterogeneous Catalyst. *Aip Conference Proceedings*, 1904. <https://doi.org/10.1063/1.5011901>
- Salem, A., & Karimi, L. (2009). Physico-Chemical Variation In Bentonite By Sulfuric Acid Activation. *Korean Journal Of Chemical Engineering*, 26(4), 980–984. <https://doi.org/10.1007/S11814-009-0162-2>
- Simakova, I. L., Vajglová, Z., Martínez-Klimov, M., Eränen, K., Peurla, M., Mäki-Arvela, P., & Murzin, D. Y. (2023). One-Pot Synthesis Of Menthol From Citral Over Ni/H-B-38 Extrudates Containing Bentonite Clay Binder In Batch And Continuous Reactors. In *Organic Process Research And Development* (Vol. 27, Issue 2, Pp. 295–310). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.2c00337>
- Sharma, R., D.P., B., Shukla, U., & Sharma, B. (2012). X-Ray Diffraction: A Powerful Method Of Characterizing Nanomaterials. *Recent Research In Science And Technology*, 04(08): 77-79.
- Shinmi, Y., Koso, S., Kubota, T., Nakagawa, & Tomishige, K. (2010). Modeification Of Rh/Sio_x Catalyst For Thehydrogenolysis Of Glycerol In Water. *Application Of Catalyst B: Environtment*, 318-326.
- Slaughter, R., Mason, R., Beasley, D., Vale, J., & Schep, L. (2014). Isopropanol Poisoning. *Clin Toxicol (Phila)*, 52(05): 470.
- Syuhada, R., Wijaya, Jayatin, & Rohman, S. (2009). Modifikasi Bentonit (Clay) Menjadi Organoclay Dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nano Saintek*, 02(01): 48-51.
- Timung, R., Barik, C. R., Purohit, S., & Goud, V. (2016). Composition And Anti-Bacterial Activity Analysis Of Citronella Oil Obtained By

- Hydrodistillation: Process Optimization Study. *Industrial Corps And Products*, 178-188.
- Hizadeh, F. (2016). The Study Of Structural And Magnetic Properties Of Nio Nanoparticles. *Optics And Photonics Journal*, 06(08), 164–169. <https://doi.org/10.4236/Opj.2016.68b027>
- Tohdee, K., Kaewsichan, L., & Asadullah. (2018). Enhancement Of Adsorption Efficiency Of Heavy Metal Cu(Ii) And Zn(Ii) Onto Cationic Surfactant Modified Bentonite. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 6(2), 2821–2828. <https://doi.org/10.1016/J.Jece.2018.04.030>
- Usman, M., T.O., A., V.I., E., & E.A., A. (2012). Investigation Of The Catalytic Performance Of A Novel Nickel/Kit-6 Nanocatalyst For The Hydrogenation Of Vegetable Oil. *Isrn Chemical Engineering*, 1-6.
- Utami Putri, Q., & Mara, A. (2022). Indonesian Journal Of Fundamental And Applied Chemistry Comparison Of Acidity Test Method Of Nickel Phosphate Silica Catalyst For Production Levulinic Acid From Glucose. *Indonesian Journal Of Fundamental And Applied Chemistry*, 7, 106–112. <https://doi.org/10.24845/Ijfac.V7.I3.106>
- Vifttaria, M., Nurhayati, & Anita, S. (2019). Surface Acidity Of Sulfuric Acid Activated Maredan Clay Catalysts With Boehm Titration Method And Pyridine Adsorption-Ftir. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1351: 1-8.
- Wang, D., & Astruc, D. (2015). The Golden Age Of Transfer Hydrogenation. *Chemical Reviews*, 6621-6686.
- Wulandari, R., & Harianingsih. (2018). Transformasi Sitronelal Dari Distilasi Fraksinasi Sereh Wangi Menjadi Sitronelol Menggunakan Katalis Zr4+ Zeolit Beta. *Inovasi Teknik Kimia*, 23-26.
- Xia, S., Yuan, Z., Wang, L., Chen, P., & Hou, Z. (2012). Catalytic Production Of 1,2-Propanediol From Glycerol In Bio-Ethanol Solvent". *Bioresource Technology*, 814-817.
- Xiao, Z., Li, P., Zhang, S., Gu, J., & Wang, D. (2023). Effects Of Metal-Support Intercations And Interfaces On Catalytic Performance Over M2o3-(M=La,Al-) Supported Ni Catalysts. *Hindawi International Journal Of Energy Research*, 2.
- Yang, Z., Huang, Y.-B., Guo, Q.-X., & Fu, Y. (2013). Raney Ni Catalyzed Transfer Hydrogenation Of Levulinate Esters To γ-Valerolactone At Room Temperature. *Chemical Communications*, 5328-5330.
- Zhao, Z. (2016). The Activation Effects Of Low Level Isopropyl Alcohol Exposure On Arterial Blood Pressures Are Associated With Decreased 5-Hydroxyindole Acetic Acid In Urine. *Plos One*, 11(09): 1-13.
- Zhu, T., Zhang, L., Li, Z., Wei, G., Xin, Z., & Luo, B. (2019). Synthesis Of Bentonite-Based Nickel Catalyst Using [Ni(Nh3)6](No3)2 As Precursor For Enhanced Hydrogenation Of Biodiesel. *Materials Letters*, 1-3.
- Zhu, T., Zhang, L., Li, Z., Wei, G., Xin, Z., Xiong, D., & Ou, Z. (2020). Partial Hydrogenation Of Jatropha Oil Biodiesel Catalyzed By Nickel/Bentonite Catalyst. *Waste And Biomass Valorization*, 1-2.