

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH WAKTU DAN FLOWRATE TERHADAP OPTIMALISASI  
PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA PROSES  
PRETREATMENT CPO MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI  
ADSORBEN DENGAN METODE KONTINYU**



**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Disusun oleh :**

**Nama : Zulkipli Apriansah**

**NIM : 122016023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2021**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp. (0711) 518764, Fax (0711) 519408  
Terakreditasi B dengan SK Nomor: 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : Zulkipli Apriansah

NRP : 12.2016.023

Judul Tugas : **PENGARUH WAKTU DAN FLOWRATE TERHADAP OPTIMALISASI PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA PROSES PRETREATMENT CPO MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBEN DENGAN METODE KONTINYU**

Tema: Penyerapan Kadar ALB pada CPO Menggunakan Adsorben zeolite alam

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Satu Bulan Agustus Tahun Dua Ribu Dua Puluh Satu  
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 31 Agustus 2021

Ketua Tim Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir  
Prodi Teknik Kimia

Ir. Robiah, M.T  
NIDN : 0008066401

Ir. Erna Yuliwati, MT., Ph.D  
NIDN : 0228076701

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Robiah, M.T  
NIDN : 0008066401

Ir. Rifdah, M.T  
NIDN : 0029075901

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT  
NIDN : 0227077004

Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D.  
NIDN : 0228076701

**LEMBAR PERSETUJUAN**

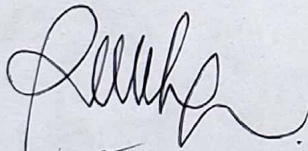
**PENGARUH WAKTU DAN FLOWRATE TERHADAP OPTIMALISASI  
PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA PROSES  
PRETREATMENT CPO MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI  
ADSORBEN DENGAN METODE KONTINYU**

**DISUSUN OLEH :**

**Zulkipli Apriansah (122016023)**

**DISETUJUI OLEH**

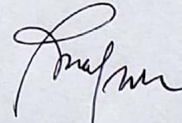
**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Robiah, M.T**

**NIDN : 0008066401**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Rifdah, M.T**

**NIDN : 0029075901**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Jurusan Teknik Kimia**



**Ir. Erna Yuliwati, MT., Ph.D**

**NIDN : 0228076701**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH WAKTU DAN FLOWRATE TERHADAP OPTIMALISASI  
PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA PROSES  
PRETREATMENT CPO MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI  
ADSORBEN DENGAN METODE KONTINYU**

**DISUSUN OLEH :**

**Zulkipli Apriansah (122016023)**



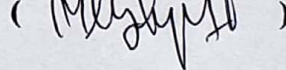
**Telah diuji di hadapan tim penguji pada tanggal 1 Agustus 2021**

**Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Tim Penguji :**

1. **Ir. Robiah, M.T**
2. **Netty Herawati, S.T., M.T**
3. **Dr. Mardwita, M.T**

()  
()  
()

**DISETUJUI**

**Menyetujui,**

**Dekan Fakultas Teknik UMP**

  
**Dr. Ir. Kgs A. Roni, M.T**  
**NIDN: 0227077004**

**Mengetahui,**

**Ketua Prodi Teknik Kimia UMP**

  
**Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D**  
**NIDN: 0228076701**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Zulkipli Apriansah  
Tempat/Tanggal lahir : Palembang, 16 April 1997  
NIM : 122016023  
Program Studi : Teknik Kimia  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan tau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2021



## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*Motto :*

*“Barang siapa yang membantu menghilangkan satu kesedihan ( kesusahan ) dari sebagian banyak kesusahan orang mukmin ketika didunia maka allah akan mengilangkan satu kesusahan ( kesedihan ) dari sekian banyak kesusahan dirinya pada hari kiamat kelak. dan barangsiapa yang memberikan kemudahan (membantu) kepada orang yang kesusahan, niscaya allah akan membantu memudahkan urusanya didunia dan diakhirat dan barang siapa yang menutup aib orang muslim, niscaya allah akan menutup aibnya dunia dan akhirat .sesungguhnya allah akan selalu menolong seorang hamba selama dia gemar menolong saudaranya ( HR.Muslim )*

*“Setiap ada kesusahan pasti ada kemudahan selalu yakin dan berusaha maksimal serta diiringi do’a“*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada :*

- 1. Ayah dan ibuku.*
- 2. Adik-adikku*
- 3. Keluarga besar.*
- 4. Dosen pembimbingku.*
- 5. Teman seperjuangan tekim '16.*
- 6. Almamaterku.*

**PENGARUH WAKTU DAN FLOWRATE TERHADAP OPTIMALISASI  
PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA PROSES  
PRETREATMENT CPO MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI  
ADSORBEN DENGAN METODE KONTINYU**

Zulkipli Apriansah <sup>1</sup>

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Email : [zulkipliapriansah4637@gmail.com](mailto:zulkipliapriansah4637@gmail.com)

Abstrak

CPO merupakan salah satu andalan produk perkebunan Indonesia yang digunakan sebagai bahan baku minyak goreng yang memiliki kandungan  $\alpha$ -dan  $\beta$ -karoten, tokoferol dan tokotrienol. Kadar ALB (Asam Lemak Bebas) dalam konsentrasi tinggi yang terikat dalam CPO akan sangat merugikan. Tingginya kadar ALB tersebut dapat mengakibatkan penurunan randemen pada hasil olahan CPO yaitu sekitar kurang lebih 5-13%. Kenaikan ALB pada CPO disebabkan oleh adanya proses hidrolisa selama penyimpanan. Kenaikan ALB selama penyimpanan akan mempengaruhi hasil randemen minyak dari pengolahan CPO. Zeolit merupakan adsorbent yang unik, karena memiliki ukuran pori yang sangat kecil dan seragam jika dibandingkan dengan adsorbent yang lain seperti karbon aktif dan silika gel. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Hasil penelitian ini bahwa pengaruh waktu terhadap penurunan kadar asam lemak bebas pada CPO dengan adsorpsi menggunakan zeolite alam didapatkan hasil terbaik pada waktu 240 menit dengan nilai Asam Lemak Bebas 3,007% dari kadar asam lemak bebas awal 7,577% atau penurunan kadar asam lemak bebasnya sebesar 60,3%. Sedangkan pengaruh flowrate didapatkan hasil terbaik pada 3 Lpm diperoleh kadar asam lemak bebas 3,147% dari kadar asam lemak bebas awal 7,577% atau penurunan kadar asam lemak bebasnya sebesar 58,5%.

Kata Kunci : CPO, Zeolit, Asam Lemak Bebas

**THE EFFECT OF TIME AND FLOWRATE ON THE OPTIMIZATION OF  
REDUCING FREE FATTY ACID LEVELS IN CPO PRETREATMENT  
PROCESS USING NATURAL ZEOLITE AS ADSORBENT WITH  
CONTINUOUS METHOD**

Zulkipli Apriansah <sup>1</sup>

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,  
Muhammadiyah University of Palembang

Email : [zulkipliapriansah4637@gmail.com](mailto:zulkipliapriansah4637@gmail.com)

Abstract

CPO is one of the mainstays of Indonesian plantation products which is used as raw material for cooking oil which contains - and -carotene, tocopherols and tocotrienols. Levels of ALB (Free Fatty Acids) in high concentrations bound in CPO will be very detrimental. The high levels of ALB can result in a decrease in yield of processed CPO, which is approximately 5-13%. The increase in ALB in CPO was caused by the hydrolysis process during storage. The increase in ALB during storage will affect the yield of oil from CPO processing. Zeolite is a unique adsorbent, because it has a very small and uniform pore size when compared to other adsorbents such as activated carbon and silica gel. Zeolite that has been heated can function as a gas or liquid absorber. The results of this study that the effect of time on decreasing free fatty acid levels in CPO by adsorption using natural zeolite obtained the best results at 240 minutes with a Free Lmeca Acid value of 3.007% of the initial free fatty acid content of 7.577% or a decrease in free fatty acid levels of 60, 3%. While the effect of flowrate obtained the best results at 3 Lpm obtained free fatty acid content of 3.147% from the initial free fatty acid content of 7.577% or a decrease in free fatty acid levels of 58.5%.

Keywords: CPO, Zeolite, Free Fatty Acid



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya lah kami selaku penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu Dan Flowrate Terhadap Optimalisasi Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Proses Pretreatment CPO Menggunakan Zeolit Alam Sebagai Adsorben Dengan Metode Kontinyu” ini dengan baik dan tepat waktu.

Dalam penyusunannya , laporan ini dibantu dan didukung oleh banyak pihak , baik secara moril maupun materil Oleh karena itu , penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak atas kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Buk Ir.Erna yuliwati M.T Ph.D selaku ketua program studi teknik kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ir. Robiah, M.T selaku pembimbing 1 skripsi.
4. Ir. Rifdah, M.T selaku pembimbing 2 skripsi.
5. Seluruh dosen teknik kimia fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kedua Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan doa dan dukungannya untuk saya selama ini.
7. Teman, sahabat juga sekaligus keluarga satu perjuangan kami yaitu Teknik Kimia B 2016 Universitas Muhammadiyah Palembang
8. Dan beberapa pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu , kami juga mengucapkan terima kasih banyak .

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun bila terdapat kekurangan dalam penulisan Skripsi ini dan semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Juli 2021

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Crude Palm Oil ( CPO ).....	4
2.2. Zeolit Alam .....	5
2.2.1. Karakteristik Kerangka Zeolit .....	8
2.2.2. Sifat Fisik dan Kimia Zeolit .....	8
2.3. Teori Adsorpsi .....	9

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.1.1. Waktu Penelitian .....	11
3.1.2. Tempat Penelitian .....	11

3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.2.1. Alat .....	11
3.2.2. Bahan .....	12
3.3. Prosedur Penelitian .....	12
3.3.1. Metode yang Dilakukan.....	12
3.3.2. Persiapan Aktivasi Zeolit.....	13
3.3.3. Proses Adsorpsi .....	13
3.3.4. Menentukan Kadar Asam Lemak Bebas .....	14
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Penelitian .....	15
4.1.1. Hasil Analisa Pengaruh Waktu Terhadap Penurunan Kadar ALB.....	15
4.1.2. Hasil Analisa Pengaruh Flowrate Terhadap Penurunan Kadar ALB.....	16
4.2. Grafik Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	17
4.2.1. Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Penurunan Kadar ALB.....	17
4.2.2. Grafik Pengaruh Flowrate Terhadap Penurunan Kadar ALB.....	19
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan.....	21
5.2. Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA.....	22
LAMPIRAN PERHITUNGAN.....	25
LAMPIRAN GAMBAR.....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi Buah Kelapa Sawit .....	4
Gambar 2. Rangkaian Alat Proses Adsorpsi .....	12
Gambar 3. Persiapan bahan yang dipakai .....	35
Gambar 4. Proses Aktivasi Zeolit .....	36
Gambar 5. Persiapan Alat .....	37
Gambar 6. Pengaturan Flowrate .....	37
Gambar 7. Proses Pengambilan Sampel .....	38
Gambar 8. Proses Analisa Kadar Asam Lemak Bebas .....	39

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Pengaruh Waktu Terhadap ALB .....	15
Tabel 2. Pengaruh Flowrate Terhadap ALB .....	16
Tabel 3. Standar Mutu Minyak Kelapa Sawit .....	18

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Pengaruh Waktu Terhadap Kadar ALB .....	17
Grafik 2. Pengaruh Flowrate Terhadap Kadar ALB .....	19

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kelapa sawit merupakan salah satu perkebunan di Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia setiap tahunnya meningkat sekitar 2,77 hingga 11,33% (Badan Pusat Statistik, 2016). Kelapa sawit terdiri dari perikarp dan biji. Biji tersusun oleh endokarp dan endosperm. Endokarp adalah tempurung kulit biji yang berwarna hitam dan keras, dan endosperm adalah daging biji yang berwarna putih dimana dari bagian ini dihasilkan minyak inti sawit. Perikarp tersusun atas epikarp dan mesokarp. Epikarp merupakan kulit buah yang licin dan keras, sedangkan mesokarp adalah bagian daging buah yang berserabut dan mengandung minyak yang dapat menghasilkan minyak sawit mentah (Crude palm oil/CPO). (Sunarno, dan Silvia, R.Y., 2013).

Menurut Rifin, A., 2017 dengan judul penelitian Efisiensi Perusahaan CPO di Indonesia, CPO merupakan salah satu andalan produk perkebunan Indonesia yang digunakan sebagai bahan baku minyak goreng yang memiliki kandungan  $\alpha$ -dan  $\beta$ -karoten, tokoferol dan tokotrienol. Selain itu menurut Kurniati, Y., dan Wahono, H.S., 2015, dengan judul Pengaruh Basa dan NaOH dan Kandungan Asam Lemak Bebas (ALB) CPO terhadap Kualitas Minyak Kelapa Sawit Pasca Netralisasi CPO juga mengandung beberapa komponen non gliserida seperti air, asam lemak bebas, serta beberapa unsur logam yang dapat mempengaruhi stabilitas minyak. Kadar ALB dalam konsentrasi tinggi yang terikat dalam CPO akan sangat merugikan. Tingginya kadar ALB tersebut dapat mengakibatkan penurunan randemen pada hasil olahan CPO yaitu sekitar kurang lebih 5-13%. Kenaikan ALB pada CPO disebabkan oleh adanya proses hidrolisa selama penyimpanan.

Menurut Widi, A.M., Amin, dan Aprimal, 2006, dengan judul Pemucatan Minyak Kelapa Sawit (CPO) dengan cara Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam Lempung. Penurunan kadar ALB pada CPO dapat dilakukan dengan cara adsorpsi. Adsorpsi untuk menurunkan ALB pada CPO dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit sebagai adsorben. Zeolit alam sangat baik digunakan sebagai adsorben karena mempunyai daya serap tinggi, luas permukaan yang besar, memiliki pori yang banyak dan harganya yang relatif murah serta banyak terdapat di Indonesia. Namun zeolit alam memiliki kelemahan yaitu mengandung pengotor seperti Na, Ca, Mg dan Fe serta Kristal initasnya yang kurang baik (Yuanita, L.D., 2010). Keberadaan pengotor-pengotor tersebut dapat mengurangi aktivitas zeolit. Aktivasi atau modifikasi dapat dilakukan untuk memperbaiki karakter dari zeolit tersebut. Aktivasi zeolit juga dapat digunakan untuk menghilangkan zat-zat pengotor dan dapat memodifikasi luas permukaan serta keasamaan zeolite (Yunita, D., 2009). Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan ukuran partikel, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi. Tujuan aktivasi secara fisika yaitu untuk memperbesar pori, dan memperluas permukaan, sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan pengasamaan dan basa yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor anorganik (Ertan, A., and Ozkan, 2005).

Aktivasi zeolit menggunakan asam menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi terhadap pewarna biru metilena yang lebih kecil dibandingkan dengan aktivasi basa pada konsentrasi yang sama. Kapasitas zeolit dengan aktivasi asam yang dihasilkan pada konsentrasi 3,0 M sebesar 18,39 mg/g, sedangkan pada aktivasi basa sebesar 19,99 mg/g. Basa yang sering digunakan untuk aktivasi zeolit adalah NaOH. (Laeli, K.M., Djaeni, dan Aplilina, P., 2011)



## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh waktu dan flowrate terhadap optimalisasi penurunan kadar asam lemak bebas pada CPO dengan adsorpsi menggunakan zeolite alam.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa % penurunan kandungan asam lemak bebas pada CPO menggunakan adsorpsi zeolite alam.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang diambil dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Memberikan pengetahuan tentang optimalisasi adsorpsi zeolite alam terhadap kadar asam lemak bebas pada CPO.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aidha, Novi Nur. 2013. *Aktivasi Zeolit Secara Fisika dan Kimia Untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Ca dan Mg) Dalam Air Tanah*. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian. Jakarta Timur.
- Badan Pusat Statistik, 2016, *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI-01-2901-2006 Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil). Badan Standarisasi Nasional.
- Cottrell, RC (1991). "Introduction: nutritional aspects of palm oil". *The American journal of clinical nutrition*. 53 (4 Suppl): 989S–1009S. [PMID 2012022](#)
- Ertan, A., and Ozkan, 2005, *CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> Adsorption on the Acid (HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) Treated Zeolites*, Adsorption, 11: 151-156.
- Ginting, A.B., Anggraini, D., Indaryati, S., dan Kriswarini, R., (2007), *Karakterisasi Komposisi Kimia, Luas Permukaan Pori, dan Sifat Termal dari Zeolit Bayah*, Tasikmalaya, dan Lampung, Jurnal Teknologi Bahan Nuklir.
- Harold McGee. *On Food And Cooking: The Science And Lore Of The Kitchen*, [Scribner](#), 2004 edition. [ISBN 978-0-684-80001-1](#)
- Hasyim, Ummul Habibah, dkk. 2019. *Pengaruh Waktu Adsorpsi ALB Dalam Minyak Kelapa Sawit Mentah pada Pembuatan Bioadsorben Limbah Batang Pisang*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Kahar, A., 2007, *Pengaruh Laju Alir dan Diameter Partikel Zeolit Pada Proses Penyerapan Fenol Terlarut dalam Limbah Cair Indusri Kayu Lapis*, J. Kimia Mulawarman.

- Khairinal, Trisunaryanti, W. 2000. *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan asam dan Proses Hidrotermal*. Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII. Yogyakarta.
- Kurniati, Y., dan Wahono, H.S., 2015, *Pengaruh Basa dan NaOH dan Kandungan ALB CPO terhadap Kualitas Minyak Kelapa Sawit Pasca Netralisasi*, Jurnal Pangan dan Agroindustri, Vol 3.
- Laeli, K.M., Djaeni, dan Aplilina, P., 2011, *Aktivitas Zeolit Alam Sebagai Adsorben pada Alat Pengering Bersuhu Rendah*, *Reaktor*, Vol 13.
- Newsam. 1991. *Zeolites dalam Solid State Chemistri Compounds*. A.K.Oxford: Carindon Press.
- Ngapa, Yulius Dala, dan Yasinta Embu Ika. 2020. *Adsorpsi Pewarna Biru Metilena dan Jingga Metil Menggunakan Adsorben Zeolit Alam Ende-Nusa Tenggara Timur (NTT)*. Indo, J, Chem. Res., 8(2), 151-158.
- Politanikoe. 2010. *Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (%FFA) - Modul 16*. (<https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/program-studi/28-manajemen-pertanian-lahan-kering/topik-kuliah-praktek/informasi-materi-kuliah-praktek1/296-penentuan-kadar-asam-lemak-bebas>). Diakses 16 Juni 2021.
- Rifin, A., 2017, *Efesiensi Perusahaan Crude Palm Oil (CPO) di Indonesia*, *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, Vol 14.
- Rosita, N., Erawati, T., Moegihardjo, M., 2004, *Pengaruh Perbedaan Metode Aktivasi Terhadap Efektivitas Zeolit sebagai Adsorben*, *Majalah Farmasi Airlangga*.
- Setiadi, dan Astri Pertiwi. 2007 *Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Untuk Konversi Senyawa ABE Menjadi Hidrokarbon*. *Prosiding Kongres Dan Simposium Nasional Kedua MKICS* :1-6.
- Setyamidjaja, 1993. *Karet budidaya dan Pengolahan*, Kanisius, Jakarta.

- Sibuea, Posman., 2014. *Minyak Kelapa Sawit : teknologi dan manfaatnya untuk pangan nutrasetikal*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Sunarno, dan Silvia, R.Y., 2013, *Pembuatan Zeolit Sintesis dan Aplikasinya Sebagai Katalis pada Cracking Cangkang Sawit menjadi Bio-Oil*, Jurnal Eknobiologi, Vol IV (1): 35-39.
- Sutarti, M dan Rachmawati, M., 1994, *Zeolit Tinjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI: Jakarta.
- Trisunaryanti, W., Endang, T., dan Sri, S., (2005), *Preparasi, Karakterisasi dan Modifikasi Ni-Pd/Zeolit Alam*, Indo. J. Chem.
- Widi, A.M., Amin, dan Aprimal, 2006, *Pemucatan Minyak Kelapa Sawit (CPO) dengan cara Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam Lempung*, Jurnal Zeolit Indonesia.
- Yuanita, L.D., 2010, *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara*, Jurdik Kimia, UNY.
- Yuliusman, dkk.(2013). *Pemilihan Adsorben Untuk Penyerapan Karbon Monoksida Menggunakan Model Adsorpsi Isometric Langmuir*.Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.Depok.
- Yunita, D., 2009, *Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam*, Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY.