

**PROSES PENGURANGAN AROMA LANGU PADA MINYAK SAWIT
MERAH MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG TERAKTIVASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

(Skripsi)

Oleh

Chindy Aulia Agustin

1914231040



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRACT

UNPLEASANT ODOR REDUCTION PROCESS ON RED PALM OIL USING NATRIUM HYDROXIDA (NaOH) ACTIVATED ZEOLITE.

By

CHINDY AULIA AGUSTIN

Red palm oil has a strong odor that comes from the compounds contained in it which causes the results of its processed products to be less preferred. Efforts are made to reduce the smell of red palm oil by utilizing adsorbents in the form of natural zeolites. Natural zeolite needs to be activated before being used in the adsorption process. Activation of natural zeolite aims to eliminate impurities in zeolite and increase its adsorption activity. The purpose of this study was to determine the concentration of sodium hydroxide (NaOH) as a natural zeolite activator on the characteristics of red palm oil and to get the best concentration of sodium hydroxide as a natural zeolite activator on the characteristics of red palm oil. The activation process in this study was carried out chemically using sodium hydroxide (NaOH) base solution. The research design used was a Randomized Complete Group Design (RAKL) with three replications. The process of reducing the odor of red palm oil was carried out by mixing 6 g of NaOH-activated natural zeolite into 200 mL of red palm oil. Sodium hydroxide concentrations used in the activation process of natural zeolite were 0 M, 0.5 M, 1.5 M, 3 M and 5 M. Observations were made on the amount of water content, free fatty acids, carotene and sensory properties (color and odor) of red palm oil. The results showed that 3 M NaOH-activated zeolite was able to reduce the odor of red palm oil. This result is supported by the low oil moisture content of 0.0683%, low free fatty acid content of 0.0487%, and carotene of 482.4497 ppm.

Keywords: Adsorption, Activation, Red Palm Oil, Sodium Hydroxide, Zeolite

ABSTRAK

PROSES PENGURANGAN AROMA LANGU PADA MINYAK SAWIT MERAH MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG TERAKTIVASI NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)

Oleh

CHINDY AULIA AGUSTIN

Minyak sawit merah memiliki aroma khas langu berasal dari senyawa yang terkandung di dalamnya menyebabkan hasil produk-produk olahannya kurang disukai. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi aroma langu pada minyak sawit merah adalah dengan memanfaatkan adsorben berupa zeolit alam. Zeolit alam perlu diaktivasi sebelum digunakan dalam proses adsorpsi. Aktivasi zeolit alam bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor dalam kerangka zeolit serta meningkatkan aktivitas adsorpsinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi Natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator zeolit alam terhadap karakteristik minyak sawit merah dan mendapatkan konsentrasi natrium hidroksida terbaik sebagai aktivator zeolit alam terhadap karakteristik minyak sawit merah. Proses aktivasi dalam penelitian ini dilakukan secara kimia menggunakan larutan basa Natrium hidroksida (NaOH). Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga kali ulangan. Proses pengurangan aroma langu pada minyak sawit merah dilakukan dengan mencampurkan zeolit alam yang teraktivasi NaOH sebanyak 6 g ke dalam 200 mL minyak sawit merah. Konsentrasi natrium hidroksida yang digunakan dalam proses aktivasi zeolit alam adalah 0 M, 0,5 M, 1,5 M, 3 M dan 5 M. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah kadar air, asam lemak bebas, karoten dan sifat sensori (warna dan bau) pada minyak sawit merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit yang teraktivasi NaOH 3 M telah mampu menurunkan aroma langu pada minyak sawit merah. Hasil ini didukung oleh jumlah kadar air minyak yang rendah sebesar 0,0683%, jumlah kadar asam lemak bebas yang rendah sebesar 0,0487%, serta karoten sebesar 482,4497 ppm.

Kata Kunci: Adsorpsi, Aktivasi, Minyak Sawit Merah, Natrium Hidroksida, Zeolit

**PROSES PENGURANGAN AROMA LANGU PADA MINYAK SAWIT
MERAH MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG TERAKTIVASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

Oleh

Chindy Aulia Agustin

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PROSES PENGURANGAN AROMA LANGU
PADA MINYAK SAWIT MERAH MENGGUNAKAN
ZEOLIT YANG TERAKTIVASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

Nama : **Chindy Aulia Agustin**

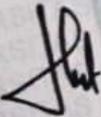
NPM : **1914231040**

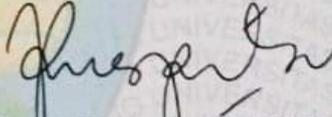
Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

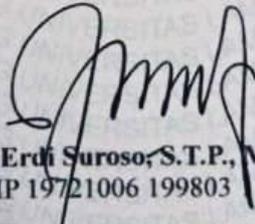
MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing


Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.
NIP. 197109301995122001


Puspita Yuliandari, S.T.P, M. Si.
NIP198107022015042001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A
NIP 19721006 199803 005

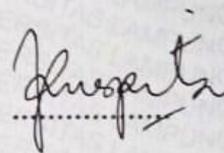
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

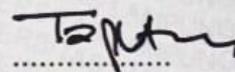
Ketua : Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P.



Sekretaris : Puspita Yuliandari, S.T. P., M.Si.



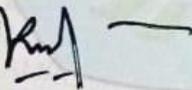
Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 02 Agustus 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Chindy Aulia Agustin

NPM : 1914231040

dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Chindy Aulia Agustin

NPM. 1914231040

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gunung Batin pada 31 Juli 2001, sebagai anak kedua dari Bapak Paiman dan Ibu Karmi. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDS 01 Gula Putih Mataram (2007 – 2013), Sekolah Menengah Pertama di SMP Gula Putih Mataram (2013 – 2016), Sekolah Menengah Akhir di SMAS Sugar Group Companies (2016 – 2019). Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari – Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mataram Jaya, Kecamatan Bandar Mataram, Lampung Tengah. Pada bulan Juli – Agustus tahun 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Indolampung Distillery, Bandar Mataram, Lampung Tengah dengan judul “Mempelajari Teknologi Proses Etanol Meliputi Proses Produksi Dan Produk Yang Bersangkutan Dengan Mikroorganisme Di Pt Indolampung Distillery ”. Selama menjadi mahasiswa aktif, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu menjadi Anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila).

SANWACANA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayahnya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Proses Pengurangan Aroma Langu Pada Minyak Sawit Merah Menggunakan Zeolit Yang Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH)”

Dalam penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada;

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.TP., M.T.A. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Ir. Harun Al Rasyid, M.T. selaku Ketua Program di Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P. selaku Dosen Pembimbing Satu dan Pembimbing Akademik atas bimbingan, saran, motivasi, arahan, dan nasihat yang telah diberikan;
5. Ibu Puspita Yuliandari, S.T.P, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Dua atas bimbingan, saran, motivasi, arahan serta nasihat yang telah diberikan;
6. Bapak Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini;
7. Bapak, Ibu, Chinta, Mas Enjang dan Mba Hasti yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dorongan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;

8. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan bantuan kepada penulis selama kuliah;
9. Pak Joko selaku pengurus Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri atas bantuan, bimbingan, kritik, saran, nasihat serta motivasi yang diberikan;
10. Seluruh karyawan dan staff khususnya Bapak Naufal, Bapak Parman, Bapak Khanafi, dan Bang Viko di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian terimakasih atas bantuannya;
11. Sahabat-Sahabat lab ku Bang Teguh, Bang Febri, Putri, Wanda, Devi dan Puspa atas segala bantuan, kritik, saran, motivasi maupun nasihat serta kebersamaannya selama ini;
12. Teman-Teman tercinta Eriska, Dea, Aci, Lela, Fitri, Bella, Teh Shela, Balqis, dan keluarga besar TIP'19 lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuan, semangat, dukungan dan kebersamaannya selama ini;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih ada kekurangan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga Allah membalas kebaikan bagi pihak-pihak tersebut dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, Juli 2023

Penulis,

Chindy Aulia Agustin

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Minyak Sawit Mentah (<i>Crude Palm Oil</i>).....	6
2.2 Minyak Sawit Merah (<i>Red Palm Oil</i>)	7
2.3 Zeolit Alam	8
2.4 Natrium Hidroksida	10
2.5 Adsorpsi	11
III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Bahan dan Alat.....	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4.1 Preparasi Awal.....	14
3.4.2 Proses Aktivasi Zeolit Alam.....	15
3.4.3 Pembuatan Minyak Sawit Merah.....	16
3.4.4 Proses Pengurangan aroma langu dengan zeolit teraktivasi	17
3.5 Pengamatan	19
3.5.1 Analisis Kadar Asam Lemak Bebas	19
3.5.2 Analisis Kadar Air	19
3.5.3 Analisis Total Karoten	20
3.5.4 Uji Sensori pada Minyak Sawit Merah.....	21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Asam Lemak Bebas (ALB).....	22
4.2 Kadar Air	24
4.3 Karoten.....	25
4.4 Pengujian Organoleptik Sensori	27
4.4.1 Uji Skoring Warna	27
4.4.2 Uji Skoring Aroma	28
4.4.3 Uji Hedonik Warna.....	30
4.4.4 Uji Hedonik Aroma	31
4.4.5 Penentuan Perlakuan Terbaik	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Alir Proses Preparasi Zeolit.....	14
Gambar 2. Diagram Alir Proses Aktivasi Zeolit.....	15
Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Minyak Sawit Merah	17
Gambar 4. Diagram Alir Pengurangan Aroma Langu pada Minyak Sawit Merah Menggunakan Zeolit Teraktivasi NaOH	18
Gambar 5. Penghalusan zeolit dengan blender	52
Gambar 6. Penghalusan zeolit dengan blender	52
Gambar 7. Pengayakan zeolit ukuran 100 <i>mesh</i>	52
Gambar 8. Pengovenan zeolit pada suhu 110°C	52
Gambar 9. Penimbangan NaOH.....	53
Gambar 10. Pelarutan NaOH dengan aquades	53
Gambar 11. Penimbangan zeolit alam	53
Gambar 12. Perendaman zeolit ke dalam larutan NaOH	53
Gambar 13. Pencucian zeolit sampai netral	53
Gambar 14. Pengovenan zeolit	53
Gambar 15. Menuangkan 1000 mL CPO.....	54
Gambar 16. Memanaskan sampai suhu 80°C	54
Gambar 17. Menambahkan H ₃ PO ₄	54
Gambar 18. Pendiaman minyak selama 24 jam	54
Gambar 19. Pemisahan antara endapan dan minyak.....	54
Gambar 20. Penyaringan minyak.....	54
Gambar 21. Memanaskan minyak sampai suhu 60°C	54
Gambar 22. Menambahkan larutan NaOH 11,1%	54
Gambar 23. Pendiaman selama 24 jam	54
Gambar 24. Penyaringan dengan kain saring.....	55
Gambar 25. Penyaringan dengan pompa vakum.....	55
Gambar 26. Proses Sentrifus minyak	55
Gambar 27. Pencucian minyak dengan aquades	55
Gambar 28. Minyak Sawit Merah	55
Gambar 29. 200 mL minyak sawit merah	56
Gambar 30. Menimbang 6 gr zeolit teraktivasi NaOH	56
Gambar 31. Penambahan zeolit teraktivasi NaOH	56

Gambar 32. Stirer 10 menit di suhu 55°C	56
Gambar 33. Penyaringan minyak dengan pompa vakum.....	56
Gambar 34. Minyak Sawit Merah	56
Gambar 35. Penimbangan 28 gr minyak.....	57
Gambar 36. Memanaskan etanol.....	57
Gambar 37. Mencampurkan etanol dalam minyak	57
Gambar 38. Titrasi dengan NaOH	57
Gambar 39. Hasil Titrasi	57
Gambar 40. Set oven di suhu 130°C	58
Gambar 41. Oven Cawan kosong selama 30 menit	58
Gambar 43. Penambahan 5 g minyak sawit merah	58
Gambar 44. Oven selama 30 menit.....	58
Gambar 45. Penyimpanan dalam desikator.....	58
Gambar 46. Penimbangan sampel sampai konstan	58
Gambar 47. Menimbang minyak sebanyak 0,1 g.....	59
Gambar 48. Penambahan n-heksana sampai 25 ml.....	59
Gambar 49. Persiapan spektrofotometer selama 30 menit.....	59
Gambar 50. Pengukuran absorbansi minyak.....	59
Gambar 51. Foto sampel setelah di ukur absorbansinya.....	59
Gambar 52. Sampel minyak yang diuji.....	59
Gambar 53. Sampel minyak yang diuji.....	60
Gambar 54. Uji sensori minyak sawit merah	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Uji BNT Asam Lemak Bebas pada Minyak Sawit Merah	22
Tabel 2. Uji BNT Kadar Air pada Minyak Sawit Merah	24
Tabel 3. Uji BNT Karoten pada Minyak Sawit Merah	26
Tabel 4. Uji BNT Skoring Warna pada Minyak Sawit Merah	27
Tabel 5. Uji BNT Skoring Aroma pada Minyak Sawit Merah	29
Tabel 6. Uji BNT untuk Uji Hedonik Warna pada Minyak Sawit Merah ..	30
Tabel 7. Uji BNT untuk Uji Hedonik Aroma pada Minyak Sawit Merah ..	32
Tabel 8. Penentuan Perlakuan Terbaik Konsentrasi NaOH sebagai Aktivator Zeolit yang digunakan sebagai Adsorben Minyak Sawit Merah	34
Tabel 9. Kuesioner Uji Skoring Minyak Sawit Merah	43
Tabel 10. Kuesioner Uji Hedonik Minyak Sawit Merah	44
Tabel 11. Data Uji Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Merah	45
Tabel 12. Analisis Sidik Ragam Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Merah	45
Tabel 13. Uji BNT Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Merah	45
Tabel 14. Data Uji Kadar Air Minyak Sawit Merah	46
Tabel 15. Analisis Sidik Ragam Kadar Air Minyak Sawit Merah	46
Tabel 16. Uji BNT Kadar Air Minyak Sawit Merah	46
Tabel 17. Data Uji Karoten Minyak Sawit Merah	47
Tabel 18. Analisis Sidik Ragam Kadar β -Karoten Minyak Sawit Merah ..	47
Tabel 19. Uji BNT Karoten Minyak Sawit Merah	47
Tabel 20. Data Uji Skoring Warna Minyak Sawit Merah	48
Tabel 21. Analisis Sidik Ragam Uji Skoring Warna Minyak Sawit Merah	48
Tabel 22. Uji BNT Skoring Warna Minyak Sawit Merah	48
Tabel 23. Data Uji Skoring Aroma pada Minyak Sawit Merah	49
Tabel 24. Analisis Sidik Ragam Uji Skoring Aroma pada Minyak Sawit Merah	49
Tabel 25. Uji BNT Skoring Aroma pada Minyak Sawit Merah	49
Tabel 26. Data Uji Hedonik pada Warna Minyak Sawit Merah	50
Tabel 27. Analisis Sidik Ragam Uji Hedonik Warna pada Minyak Sawit Merah	50

Tabel 28. Uji BNT untuk Uji Hedonik Warna pada Minyak Sawit Merah	50
Tabel 29. Data Uji Hedonik Aroma pada Minyak Sawit Merah.....	51
Tabel 30. Analisis Sidik Ragam Uji Hedonik Aroma Minyak Sawit Merah	51
Tabel 31. Uji BNT untuk Uji Hedonik Aroma Minyak Sawit Merah	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu minyak nabati utama yang digunakan sebagai minyak dan lemak pangan di seluruh dunia. Minyak sawit mengandung pigmen alami yang berwarna merah disebabkan karena adanya kandungan pigmen karotenoid. Karotenoid diketahui berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Sayangnya, aplikasi minyak sawit pada minyak goreng merusak senyawa karoten atau bahkan sampai dihilangkan. Hal tersebut disebabkan karena adanya proses *bleaching* dan tingginya suhu deodorisasi menyebabkan perubahan warna minyak dari oranye kemerahan menjadi kuning pucat yang menandakan terdegradasinya komponen *karotenoid*. Degradasi senyawa *karotenoid* pada minyak sawit dapat terjadi akibat pemanasan. *Karotenoid* dalam minyak goreng yaitu hanya sekitar 1 ppm - 3 ppm dan warnanya menjadi maksimum 3 *red*, padahal rerata warna awal minyak sawit adalah 20 *red* (Hasibuan dan Siahaan, 2014).

Penghilangan senyawa *karotenoid* tersebut sangat disayangkan dengan melihat fungsi dan manfaat yang dimilikinya, sehingga untuk mempertahankan kandungan *karotenoidnya*, minyak kelapa sawit dapat diolah menjadi minyak sawit merah. Minyak sawit merah (*red palm oil*) merupakan salah satu produk dari pengolahan minyak sawit mentah yang masih mengandung karoten dan vitamin A yang cukup tinggi. Secara umum, proses produksi MSM dilakukan tanpa melalui proses *bleaching* atau pemucatan serta dengan suhu deodorisasi yang lebih rendah dengan tujuan untuk mempertahankan kandungan *karotenoidnya* (Maryuningsih *et al.*, 2021). Minyak sawit merah memiliki aktivitas provitamin A dan vitamin E yang

jauh lebih tinggi dibandingkan dengan minyak goreng biasa. Minyak sawit merah sangat potensial digunakan sebagai bahan fungsional dalam produk pangan. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai campuran dalam bahan pembuatan biskuit kacang. Akan tetapi, biskuit kacang yang dihasilkan memiliki rasa dan aroma yang kurang disukai oleh panelis (Robiyansyah *et al.*, 2017).

Rendahnya nilai kesukaan ini disebabkan oleh MSM yang memiliki bau khas dan rasanya agak langu. Kuntom *et al.* (1989) menyatakan, bahwa minyak sawit merah mempunyai cita rasa yang kuat, semakin tinggi penambahan minyak sawit merah yang digunakan maka semakin rendah penilaian terhadap rasa produk yang dihasilkan. Dirinck *et al.* (2006) menyatakan, bahwa hasil pengujian senyawa volatil minyak sawit dengan metode gas chromatography (GC) menggunakan kodistilasi air menunjukkan adanya senyawa *trans-2-octenal*, *n-nonanal*, *trans-2-decenal*, *trans-2-undecenal*, *ionone* dan khususnya *trans, cis-2,4 decadienal* dan *trans, trans 2,4 decadienal* yang merupakan kontributor penting penyebab aroma pada minyak sawit. Aldehida, keton, dan asam lemak bebas adalah komponen bau yang mudah menguap dan tidak diinginkan ada dalam minyak nabati. Hidayati *et al.* (2017) menyatakan, bahwa asam lemak bebas dapat menyebabkan ketengikan pada minyak sawit sehingga mempengaruhi produk-produk olahannya.

Upaya yang dilakukan untuk mengurangi aroma langu dan tengik pada proses pengolahan minyak sawit merah yaitu dengan menggunakan adsorben. Salah satu adsorben yang potensial dan mudah didapatkan di Indonesia adalah zeolit (Fajriani *et al.*, 2022). Zeolit alam masih banyak mengandung zat pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan Fe sehingga menutupi permukaan dan pori-pori zeolit dan akan mengganggu proses penyerapan molekul (Sugiarti dan Amiruddin, 2008). Oleh karena itu, zeolit alam perlu diaktivasi guna untuk menghilangkan unsur pengotor dalam zeolit serta meningkatkan aktivitas adsorpsinya. Proses aktivasi bisa dilakukan dengan cara pemanasan atau penambahan asam maupun basa (Muttaqii *et al.*, 2019). Proses aktivasi zeolit pada penelitian ini menggunakan senyawa basa, salah satu senyawa basa yang digunakan untuk mengaktivasi zeolit adalah NaOH (Natrium hidroksida). NaOH akan menurunkan rasio Si/Al yang akan menyebabkan permukaan sisi aktif dari zeolit semakin terbuka (Sumarni *et*

al., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator zeolit dalam mengurangi aroma langu pada minyak sawit merah.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi Natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator pada zeolit terhadap karakteristik minyak sawit merah yang dihasilkan.
2. Mengetahui konsentrasi Natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator terbaik pada zeolit alam terhadap karakteristik minyak sawit merah.

1.3 Kerangka Pemikiran

Minyak sawit merah memiliki aroma khas langu yang disebabkan oleh senyawa yang terkandung dalam minyak sehingga upaya yang dilakukan untuk mengurangi aroma langu pada MSM yaitu dengan menggunakan adsorben berupa zeolit. Muttaqii *et al.* (2019), menyatakan bahwa zeolit merupakan mineral alam berbentuk kristal aluminium silikat. Struktur kristalnya menyebabkan zeolit berpori-pori, karena pori-pori tersebut zeolit dapat bersifat sebagai adsorben (penyerap). Kusumastuti (2004) menyatakan, bahwa alumina dapat menyerap asam lemak bebas dan komponen polar dengan berat molekul kecil sedangkan silikat dapat menyerap komponen polar dan polimer.

Zeolit alam mempunyai cukup banyak pori yaitu sekitar 30% lebih dari volumenya dan banyak bercampur dengan materi pengotor (*impurities*) sehingga zeolit perlu diaktivasi dan dimodifikasi guna untuk meningkatkan aktivitasnya. Proses aktivasi dilakukan untuk menghilangkan unsur pengotor dan merubah rasio Si/Al. Proses aktivasi bisa dilakukan dengan cara pemanasan, penambahan asam maupun basa (Djaeni *et al.*, 2010). Proses aktivasi zeolit pada penelitian ini dilakukan secara kimia yaitu dengan penambahan larutan basa berupa natrium hidroksida (NaOH). Pelaksanaan pada proses aktivasi dengan NaOH akan terjadi

proses pelarutan silika yang merupakan salah satu komponen dalam kerangka zeolit. Pelarutan silika akan menyebabkan perubahan struktur zeolit serta berkurangnya silika dalam kerangka zeolit sehingga rasio Si/Al menurun. Penurunan rasio ini akan meningkatkan kapasitas adsorpsi dan selektivitas zeolit terhadap molekul-molekul polar seperti uap air (Kurniasari *et al.*, 2011).

Aktivasi zeolit dengan NaOH bertujuan untuk menghilangkan ion-ion tertentu dari kerangka zeolit dan menggantinya dengan ion Na^+ sehingga zeolit alam mempunyai kondisi yang semakin mendekati bentuk homoionik. Aktivasi zeolit dengan NaOH telah banyak digunakan, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ngapa (2017), menyebutkan bahwa hasil analisis optimalisasi aktivasi zeolit diketahui bahwa konsentrasi optimum NaOH yang dapat digunakan untuk proses aktivasi zeolit alam *Ende* adalah 3,0 M. Hasil ini didukung oleh kemampuan adsorpsi zeolit yang semakin besar ketika konsentrasi NaOH dinaikkan berturut-turut dari 0,5 M, 1,5 M, dan 3,0 M. Hasil penelitian Syafriadi *et al.*, (2021) menyatakan, bahwa variasi konsentrasi NaOH dengan zeolit alam menunjukkan bahwa silika yang diperoleh semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi NaOH dari 0,2 M, 0,4 M, 0,6 M, 0,8 M, dan 1 M. Hasil terbaik produk silika diperoleh pada variasi konsentrasi NaOH 1 M. Hasil dari beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi NaOH sebagai aktivator zeolit akan mempengaruhi karakteristik senyawa yang disaring. Oleh sebab itu, penambahan konsentrasi NaOH sebagai aktivator zeolit yang berbeda diharapkan mampu mempengaruhi karakteristik minyak sawit merah.

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah

1. Terdapat pengaruh konsentrasi Natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator pada zeolit alam terhadap karakteristik minyak sawit merah.
2. Terdapat konsentrasi Natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator terbaik pada zeolit alam terhadap karakteristik minyak sawit merah.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah pemanfaatan adsorben berupa zeolit yang teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH) diharapkan mampu menghilangkan aroma langu dan tengik pada minyak sawit merah, serta diharapkan mampu meningkatkan nilai fungsional pangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*)

Minyak kelapa sawit merupakan minyak nabati yang banyak digunakan untuk konsumsi makanan maupun non makanan. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menghasilkan minyak kelapa sawit mentah CPO (*Crude Palm Oil*). *Crude palm oil* (CPO) atau minyak sawit mentah adalah minyak nabati yang didapatkan dari bagian mesokarp buah pohon kelapa sawit. Buah diproses dengan melunakkan daging buah pada temperatur 90°C. Daging yang telah lunak dipisahkan dari bagian inti dan cangkang dengan dikempa (*pressing*) pada mesin silinder berlubang sehingga dihasilkan minyak kelapa sawit kasar (CPO). CPO berbentuk lemak semi padat pada temperatur kamar yang terdiri atas dua fraksi yaitu fraksi cair (*olein*, 70-80%) dan fraksi padat (*stearin*, 20- 30%). Minyak sawit terdiri dari fraksi padat dan fraksi cair dengan perbandingan yang seimbang. Pengolahan CPO melewati proses fraksinasi berdasarkan perbedaan titik leleh menghasilkan beberapa fraksi, selanjutnya diolah sesuai dengan produk yang diinginkan. Fraksi cair banyak mengandung trigliserida dengan titik leleh rendah. Fraksi cair inilah yang kemudian diolah menjadi bahan baku minyak goreng, dengan keunggulan daya tahan oksidasi yang lebih baik dan stabil pada suhu tinggi. Sebaliknya, fraksi padat berbentuk padatan yang mengandung trigliserida dengan titik leleh rendah. Fraksi padat merupakan sumber utama lemak padat alami yang diolah menjadi lemak padat, mentega, dan lain sebagainya (Syahputra *et al.*, 2008).

Minyak sawit adalah suatu trigliserida, yaitu senyawa gliserol dengan asam lemak. Seperti halnya lemak dan minyak lainnya, minyak kelapa sawit terdiri atas trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dengan tiga molekul asam lemak

(Abdullah *et al.*, 2019). Minyak sawit mengandung senyawa fitonutrien meliputi karoten (sebagai pro-vitamin A) 500-700 ppm, tokoferol 500-600 ppm dan tokotrienol 1000-1200 ppm (sebagai vitamin E) (Oktarianti *et al.*, 2022). Minyak sawit mengandung 15 sampai 300 kali lebih retinol dibandingkan dengan wortel, sayuran berdaun hijau dan tomat. Karakteristik warna merah pada minyak kelapa sawit menunjukkan adanya *karotenoid*. Penyebab warna merah tersebut sebagian besar terdiri dari β -karoten yang merupakan bagian dari *karotenoid* (Aini *et al.*, 2016). Kelebihan minyak kelapa sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Karena itulah maka di pasar dunia, minyak sawit bisa ditemukan sebagai bahan pada berbagai produk yang dipakai luas oleh konsumen global. Dalam bidang pangan, minyak kelapa sawit banyak digunakan sebagai minyak goreng, shortening, margarin, vanaspati, cocoa butter substitutes, dan berbagai bahan pangan lainnya. Aplikasi dalam bidang non-pangan juga terus berkembang, terutama sebagai oleokimia, biodiesel, dan berbagai bahan untuk berbagai industri non-pangan, misalnya untuk industri farmasi. Sekitar 80% aplikasi utama minyak sawit masih dilakukan untuk bidang pangan (Rahayu *et al.*, 2018).

2.2 Minyak Sawit Merah (*Red Palm Oil*)

Minyak sawit merah (MSM) adalah fraksi *olein* dari pemurnian minyak sawit kasar (*Crude Palm Oil* atau CPO) yang masih mengandung *karotenoid*. Minyak sawit merah belum banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena berwarna kemerahan dan berbau khas sementara minyak goreng yang dikonsumsi berwarna kuning pucat dan tidak berbau. Proses pengolahan minyak sawit merah dilakukan tanpa melalui proses *bleaching* atau pemucatan serta dengan suhu deodorasi yang lebih rendah dengan tujuan untuk mempertahankan kandungan *karotenoidnya*. (Robiansyah *et al.*, 2017). Selama proses pengolahan dan penyimpanan, minyak sawit merah dan bahan aktif di dalamnya yang terpapar oleh panas dan oksigen mengalami kerusakan struktur, terutama senyawa β -karoten. Senyawa β -karoten sensitif terhadap panas dan reaksi oksidasi karena memiliki banyak ikatan ganda terkonjugasi. Proses kerusakan β -karoten yang

umum adalah isomerisasi, oksidasi dan fragmentasi molekul β -karoten. Perubahan bentuk isomer dari *trans* menjadi *cis* yang terjadi menyebabkan aktivitas β -karoten sebagai provitamin A menurun dari 100% dalam bentuk isomer *trans* menjadi 53% setelah dalam bentuk isomer 13-*cis*- β -karoten, dan 38 % dalam bentuk isomer 9-*cis*- β -karoten (Maryuningsih *et al.*, 2021). Oleh karena itu, MSM tidak dianjurkan digunakan sebagai minyak goreng karena karotenoid yang terkandung di dalamnya akan rusak pada suhu penggorengan. Minyak sawit merah lebih dianjurkan sebagai minyak makan untuk menumis, minyak salad, dan bahan fortifikan pada produk pangan berlemak (Yuliasari *et al.*, 2016).

Karotenoid merupakan hidrokarbon tidak jenuh dengan ikatan rangkap di antara dua atom karbon yang terkonjugasi dan berbentuk *trans*. Karotenoid memberikan karakteristik warna *orange* sampai merah pada minyak sawit. Minyak sawit mengandung 600-1000 ppm karotenoid, yang terdiri dari α -karoten $\pm 36,2\%$, β -karoten $\pm 54,4\%$, γ -karoten $\pm 3,3\%$, likopen $\pm 3,8\%$, dan xantofil $\pm 2,2\%$.

Karotenoid berfungsi sebagai provitamin A. Provitamin A yang paling potensial adalah β -karoten yang ekuivalen dengan vitamin A. Struktur karotenoid memberikan banyak sifat fisiologis yang penting seperti aktivitas antioksidan. Sebagai antioksidan, karotenoid dapat mencegah proses oksidasi minyak sehingga pada penggorengan tidak mudah muncul radikal bebas akibat pemanasan. Manfaat lain dari karotenoid adalah dapat mencegah avitaminosis, penyakit darah tinggi, jantung koroner dan kanker (Maryuningsih *et al.*, 2021). Bahan aktif yang tidak kalah penting adalah tokotrienol. Bahan aktif ini berperan sebagai agen yang dapat menurunkan kolesterol, karena dapat menurunkan jumlah fraksi lipoprotein densitas rendah pada darah (LDL-kolesterol) serta menurunkan tingkat total serum kolesterol (Adi dan Sri, 2009).

2.3 Zeolit Alam

Zeolit merupakan senyawa aluminosilikat terhidrasi terdiri dari ikatan SiO_4 dan AlO_4 tetrahedra yang dihubungkan oleh atom oksigen untuk membentuk kerangka. zeolit terdiri dari tiga komponen yaitu : kation yang dipertukarkan,

kerangka aluminosilikat dan fase air. Ikatan ion Al – Si – O membentuk struktur kristal sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan Zeolit terdapat secara alami di permukaan tanah dan terbentuk karena adanya perubahan alam dari bahan vulkanik dan dapat digunakan secara langsung. Zeolit memiliki beragam warna diantaranya putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan (Muttaqii *et al.*, 2019). Zeolit mempunyai cukup banyak pori yaitu sekitar 30% lebih dari volumenya dan banyak bercampur dengan materi pengotor (*impurities*). Pori-pori zeolit berukuran molekuler dimana zeolit mampu memisahkan atau menyaring molekul dengan ukuran tertentu sehingga zeolit juga sering disebut sebagai *molecular sieve* atau *molecular mesh* (saringan molekuler). Namun, zeolit alam memiliki kelemahan, yaitu mengandung zat pengotor seperti Na, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya yang kurang baik. Keberadaan pengotor-pengotor tersebut dapat mengurangi aktivitas zeolit (Robiah *et al.*, 2022). Selektivitas adsorpsi zeolit terhadap ukuran molekul tertentu juga disesuaikan dengan jalan penukaran kation, dekationisasi, dan pengubahan perbandingan kadar Si/Al. Zeolit alam dapat langsung digunakan untuk berbagai keperluan. Akan tetapi daya serap, daya tukar ion maupun daya katalis dari zeolit tersebut belum maksimal sehingga untuk memperoleh zeolit dengan daya guna tinggi diperlukan suatu perlakuan yaitu dengan aktivasi dan modifikasi guna meningkatkan aktivitasnya (Fatimah, 2009).

Aktivasi zeolit digunakan untuk menghilangkan zat-zat pengotor dan dapat memodifikasi luas permukaan zeolit serta merubah rasio Si/Al. Proses aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisik dilakukan dengan cara pengecilan ukuran butir, pengayakan dan pemanasan pada suhu tinggi yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar ukuran pori dan memperluas permukaan. Aktivasi secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan asam-asam mineral atau basa-basa kuat. Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H₂SO₄), maupun larutan natrium hidroksida (NaOH) yang bertujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan (Robiah *et al.*, 2022). Proses aktivasi menyebabkan

terjadinya perubahan perbandingan Si/Al, luas permukaan meningkat, dan terjadi peningkatan porositas zeolit. Polaritas zeolit bergantung pada perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang terkandung dalam zeolit. Polaritas menurun dengan meningkatnya perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ahmadi, 2009). Terdapat beberapa penelitian tentang proses aktivasi zeolit dengan NaOH. Penelitian yang dilakukan Jozefaciuk dan Bowanko, 2002 pada proses aktivasi dengan NaOH, akan terjadi proses pelarutan silika yang merupakan salah satu komponen dalam kerangka zeolite. Pelarutan silika akan menyebabkan perubahan struktur zeolit serta berkurangnya silika dalam kerangka zeolit sehingga rasio Si/Al menurun. Penurunan rasio ini akan meningkatkan kapasitas adsorpsi dan selektivitas zeolit terhadap molekul-molekul polar seperti uap air.

2.4 Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik adalah sejenis basa logam kaustik. NaOH membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. NaOH memiliki titik lebur 318°C dan titik didih 1388°C . NaOH berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%, bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. NaOH sangat larut dalam air (1110 g/L pada suhu 20°C) dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, selain itu mampu larut dalam etanol dan metanol (Widhiyanuriyawan dan Nurkholis, 2013).

Salah satu fungsi NaOH dapat digunakan sebagai aktivator zeolit. Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan NaOH dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan. Terdapat beberapa penelitian tentang proses aktivasi zeolit dengan NaOH. Abdullah *et al.* (2019) menyatakan, bahwa aktivasi dengan NaOH bertujuan untuk menghilangkan ion-ion tertentu dari kerangka zeolit dan menggantinya dengan ion Na^+ sehingga zeolit alam mempunyai kondisi yang semakin mendekati bentuk homoionik. Bentuk homoionik tersebut membuat molekul zeolit akan mempunyai ukuran pori yang relatif sama, sehingga diharapkan kemampuan dan selektivitas adsorpsinya terhadap uap air juga akan

lebih baik. Kurniasari *et al.* (2011) menyatakan, kondisi operasi aktivasi dengan NaOH terbaik diperoleh pada konsentrasi 1M. Pada kondisi ini, penurunan rasio Si/Al serta kemampuan tukar kation pada zeolit alam kemungkinan telah maksimal dan daya adsorpsi yang baik.

2.5 Adsorpsi

Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat teryerap, adsorbat) pada permukaannya. Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya. Zat yang teradsorpsi disebut adsorbat dan zat pengadsorpsi disebut adsorben (Anggriani *et al.*, 2021). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi suatu bahan yaitu (Yahya, 2018):

- a. Karakteristik fisik dan kimia adsorben, antara lain luas permukaan, ukuran pori, adsorpsi kimia dan sebagainya.
- b. Karakteristik kimia adsorbat, antara lain ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia dan sebagainya.
- c. Konsentrasi adsorbat dalam larutan
- d. Karakteristik larutan, antara lain pH dan temperatur dan lama waktu adsorpsi.

Salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi kecepatan atau besar kecilnya adsorpsi adalah luas permukaan suatu adsorben. Adsorben dengan luas permukaan yang besar akan lebih bagus daripada adsorben dengan luas permukaan yang kecil. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam, banyaknya mineral zeolit di Indonesia karena sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari batuan gunung berapi (Yunita, 2009). Zeolit alam merupakan mineral yang jumlahnya banyak tetapi distribusinya tidak merata, seperti klinoptilolit, mordenit, phillipsit, chabazit dan laumontit (Lestari, 2010). Selain itu, tidak dapat

dihindari adanya bahan pengotor (*impurities*) yang tidak diharapkan dan sangat berpengaruh pada karakteristik zeolit alam tersebut (Senda, 2006). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan luas permukaan zeolit alam, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan aktivasi zeolit alam.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian dan Laboratorium pengelolaan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Februari 2023 sampai dengan April 2023.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) yang diperoleh dari PTPN (Persero) VII Bekri, zeolit alam, NaOH, asam fosfat (H_3PO_4), indikator pp, etanol, aquades, dan n-heksana.

Alat-Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah palu, baskom, blender, ayakan 100 *mesh*, pH meter, oven, cawan porselein, desikator, timbangan analitik, penjepit, *erlenmeyer*, pipet tetes, gelas beker, gelas ukur, labu pisah, *hot plate*, *magnetic stirrer*, buret, *spektrofotometer*, batang pengaduk, *thermometer*, *statif and klem*, *rubel bulb*, *micropipette*, pompa vakum, kain saring dan kertas saring.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh konsentrasi NaOH sebagai aktivator zeolit alam terhadap karakteristik minyak sawit merah. Percobaan dilakukan secara faktorial menggunakan rancangan RAKL dengan menggunakan zeolit teraktivasi NaOH sebanyak 6 g dengan tiga kali pengulangan. Konsentrasi NaOH sebagai aktivator zeolit yang digunakan yaitu K1 (0 M), K2 (0,5 M), K3 (1,5M),

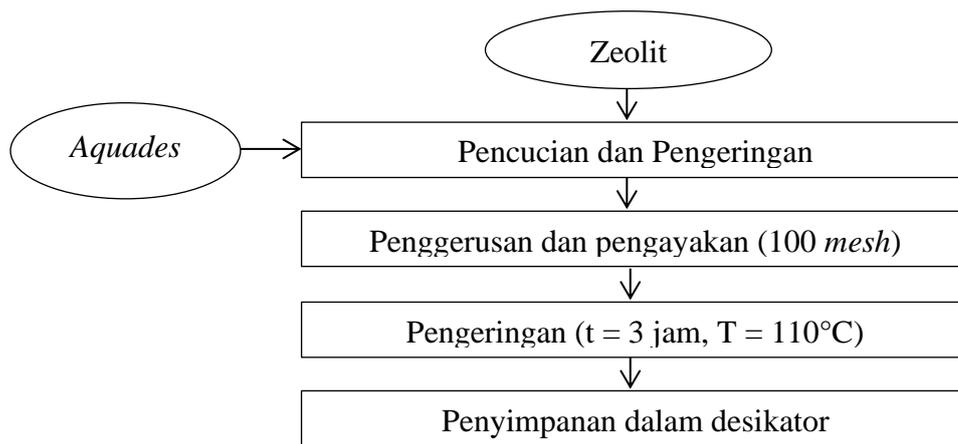
K4 (3 M) dan K5 (5M). Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar perlakuan. Analisis data lebih lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Pengamatan yang dilakukan meliputi kadar air, kadar asam lemak bebas, total karoten dan analisis organoleptik sensori terhadap warna dan aroma.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap meliputi pengaktivasian zeolit alam dengan NaOH, pembuatan minyak sawit merah dan proses pengurangan aroma langu minyak sawit merah dengan zeolit yang sudah diaktivasi.

3.4.1 Preparasi Awal

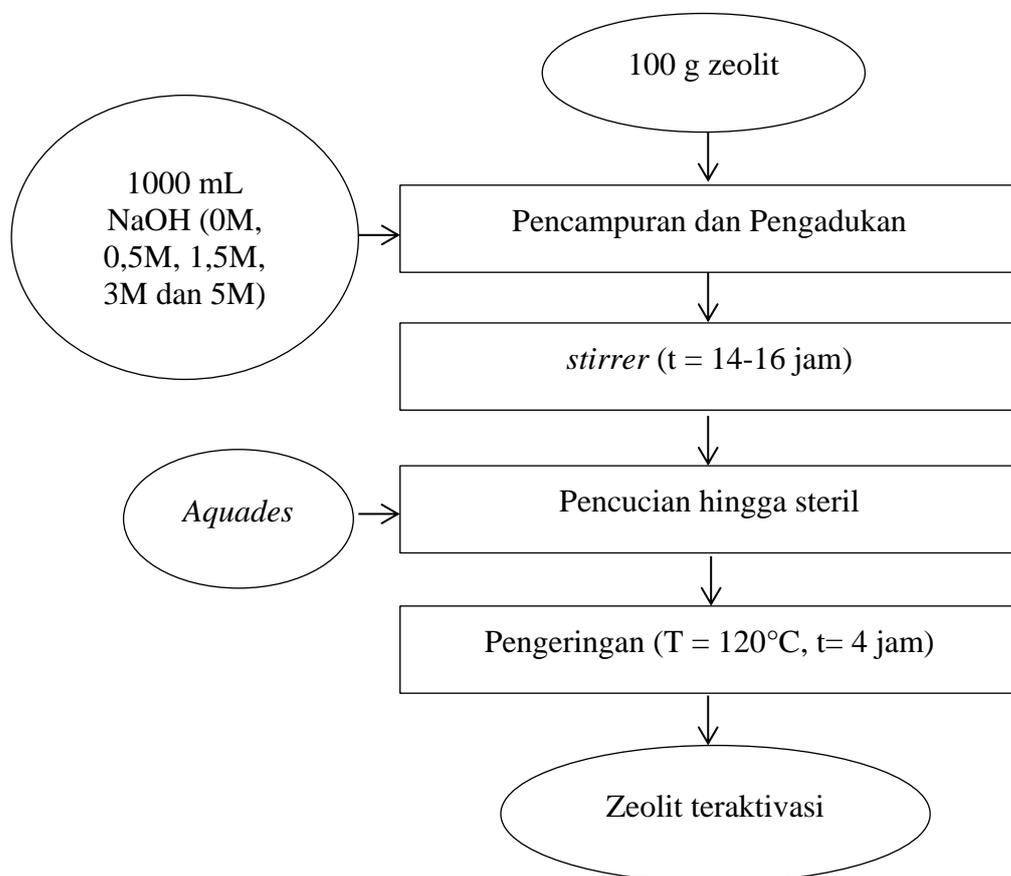
Proses preparasi awal mengacu pada metode milik Muttaqii *et al.* (2019), yang dimodifikasi yakni diawali dengan proses pencucian zeolit dengan aquades dan pengeringan di bawah sinar matahari lalu penggerusan dan pengayakan zeolit dengan ukuran 100 *mesh*. Proses selanjutnya mengeringkan zeolit di oven selama tiga jam pada suhu 110°C dan setelah itu di simpan ke dalam desikator. Tahapan preparasi awal juga disajikan dalam Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Proses Preparasi Zeolit
Sumber: Muttaqii *et al.*, 2019

3.4.2 Proses Aktivasi Zeolit Alam

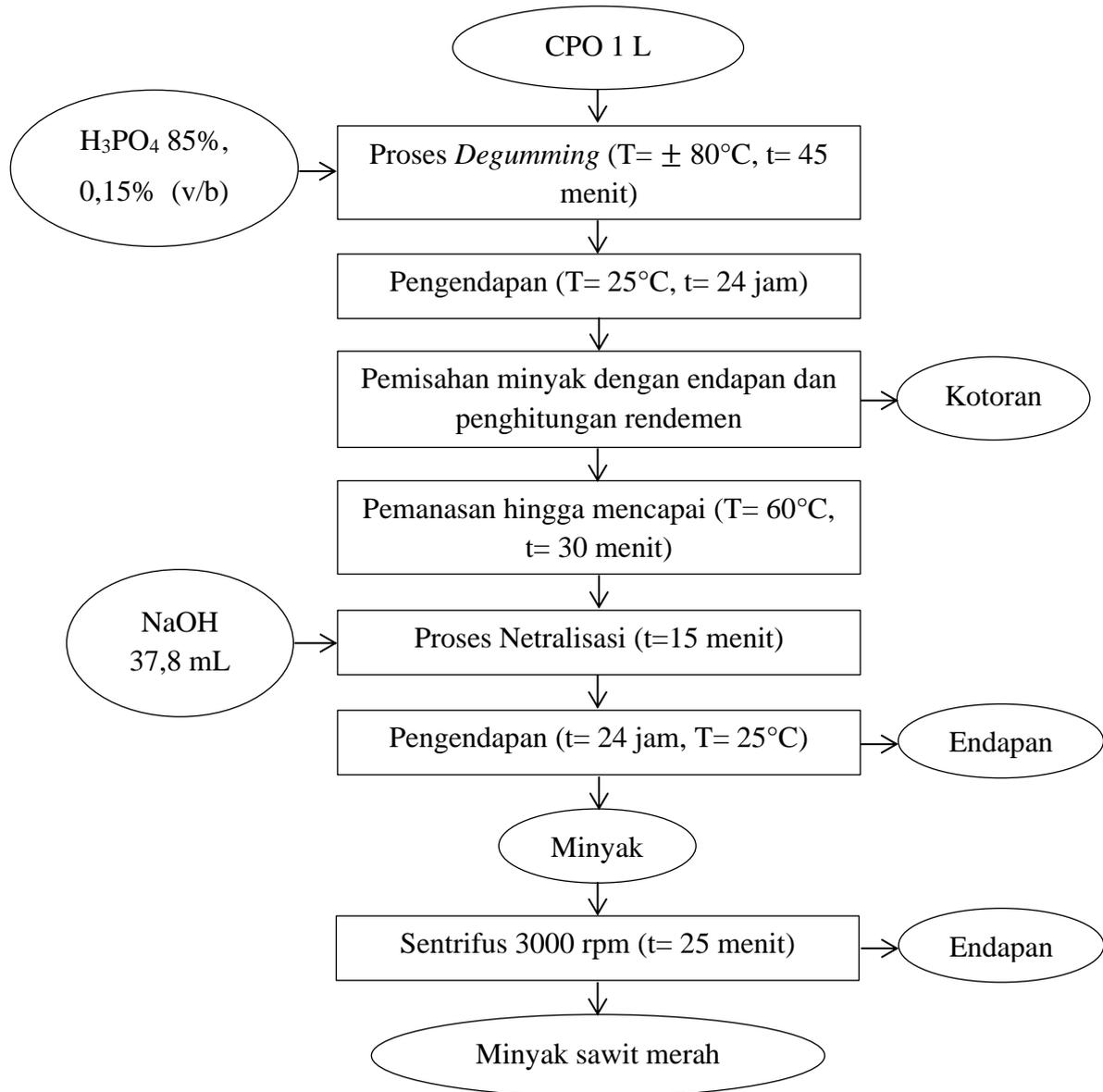
Proses aktivasi zeolit dengan menggunakan NaOH mengacu pada metode Ngapa (2017) dan Suarsa *et al.* (2022) yang di modifikasi, yaitu diawali dengan penimbangan zeolit alam sebanyak 100 g. Pencampuran zeolit dengan 1000 mL larutan NaOH kedalam masing-masing variabel konsentrasi yang telah ditentukan yaitu 0 M, 0,5 M, 1,5 M, 3 M, dan 5 M lalu *stirrer* campuran selama 14-16 jam. Proses selanjutnya, membilas zeolit dengan *aquades* sampai pH larutan netral lalu mengeringkannya ke dalam oven pada suhu 120 °C selama empat jam. Proses aktivasi zeolit dengan NaOH juga disajikan dalam Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Proses Aktivasi Zeolit dengan Natrium Hidroksida
Sumber: Ngapa, 2017 dan Suarsa *et al.*, 2022

3.4.3 Pembuatan Minyak Sawit Merah

Proses pembuatan minyak sawit merah mengacu pada metode milik Puspitasari (2008) yang dimodifikasi, diawali dengan penimbangan minyak sawit mentah (CPO) sebanyak 1 liter. Tahap selanjutnya, proses *degumming* untuk menghilangkan kotoran, getah, dan lendir yang terdapat pada minyak, dilakukan penambahan asam fosfat (H_3PO_4) 85% sebanyak 1,5 mL, selanjutnya proses pemanasan hingga mencapai suhu $80^\circ C$ selama kurang lebih 45 menit. Setelah mencapai suhu $80^\circ C$, selanjutnya proses pengendapan CPO selama 24 jam dengan suhu ruang untuk memisahkan antara fase asam fosfat dengan CPO lalu tahap pemisahan filtrat minyak sawit dari endapan dan menghitung rendemennya. Proses selanjutnya adalah netralisasi minyak sawit dengan memanaskan CPO hingga mencapai suhu $60^\circ C$ selama kurang lebih 30 menit disertai penambahan NaOH 11,1% dengan jumlah 37,8 mL bersamaan dengan pengadukan dengan menggunakan *stirrer* selama 15 menit lalu mendinginkan minyak selama 24 jam yang bertujuan untuk menyempurnakan reaksi penyabunan. Sabun yang terbentuk, kemudian dilakukan pemisahan dengan corong pisah. Tahap selanjutnya, dilakukan proses sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit untuk menghilangkan sisa sabun pada minyak. Proses pencucian filtrat dengan air hangat dan memisahkannya dengan labu pisah. Proses selanjutnya, penghilangan bau langu dengan penambahan adsorben berupa zeolit teraktivasi natrium hidroksida (NaOH). Proses pembuatan minyak sawit merah disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut:

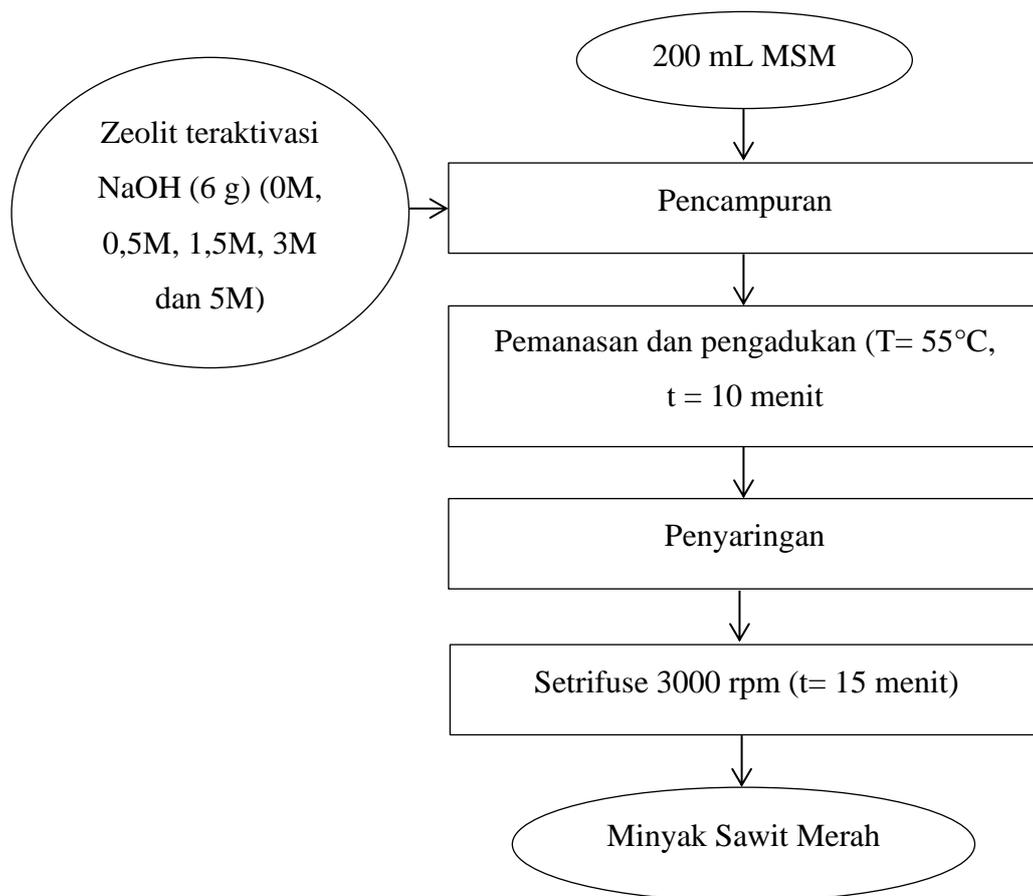


Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Minyak Sawit Merah
Sumber: Puspitasari, 2008

3.4.4 Proses Pengurangan aroma langu dengan zeolit teraktivasi

Proses pengurangan aroma langu minyak sawit merah menggunakan metode pemurnian *cooking oil* dari jagung oleh Indarto dan Fakhry (2022) yang dimodifikasi, diawali dengan memasukan 200 mL minyak sawit merah ke dalam *erlenmeyer* lalu memanaskan minyak sampai suhu 55°C. Setelah itu, menambahkan zeolit teraktivasi NaOH sebanyak 6 g ke dalam minyak sawit

merah bersamaan dengan pengadukan konstan menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Proses selanjutnya, menyaring minyak dengan kertas saring menggunakan pompa vakum lalu *disentrifuse* dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Filtrat minyak sawit merah yang diperoleh akan dilakukan pengujian analisis karakteristik kimianya seperti kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar *karoten* dan uji sensori berupa warna dan aroma. Proses pengurangan aroma langu pada minyak sawit merah juga disajikan pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Pengurangan Aroma Langu pada Minyak Sawit Merah Menggunakan Zeolit Teraktivasi NaOH
Sumber: Indarto dan Fakhry, 2022

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian proses pengurangan aroma langu pada minyak sawit merah menggunakan zeolit yang teraktivasi natrium hidroksida (NaOH) antara lain kadar air, asam lemak bebas, dan *karoten* serta analisis sensori terhadap warna, aroma dan rasa dengan menggunakan metode skoring dan penerimaan keseluruhan menggunakan metode hedonik.

3.5.1 Analisis Kadar Asam Lemak Bebas

Penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan sesuai BSNI 7709:2019 mengacu pada standar minyak goreng sawit. Analisis kadar asam lemak bebas diawali dengan penimbangan sampel minyak sawit merah sebanyak 28 g dan meletakkannya ke dalam *erlenmeyer* 250 mL. Tahap selanjutnya, pelarutan sampel ke dalam 50 mL etanol 95% hangat dan penambahan 5 tetes larutan fenolftalein sebagai indikator lalu menitrasi minyak dengan NaOH 0,1 N sambil menggoyangkan *erlenmeyer* sampai terbentuk warna merah muda (warna merah muda bertahan sampai 30 detik) dan mencatat volume larutan NaOH yang diperlukan.

Kadar asam lemak bebas (%) yang terdapat pada sampel minyak sawit merah dapat dihitung melalui rumus :

$$ALB (\%) = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{Normalitas NaOH} \times \text{BM ALB}}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

BM ALB = Berat molekul asam lemak bebas

3.5.2 Analisis Kadar Air

Uji kadar air dalam sampel minyak sawit merah dilakukan berdasarkan BSNI 7709:2019, diawali dengan membersihkan cawan porselin dan mengeringkannya ke dalam oven dengan suhu 130°C selama 30 menit, lalu mendinginkannya ke dalam desikator selama 20 menit sampai 30 menit dan melakukan penimbangan

(W_0). Tahap selanjutnya, penimbangan sampel minyak sawit merah sebanyak 5 gram dan meletakkannya ke dalam cawan porselen lalu melakukan penimbangan (W_1). Proses pemanasan cawan porselen yang telah berisi sampel minyak sawit merah dalam oven pada suhu 13°C selama 30 menit lalu proses pendinginan dalam desikator selama 20 menit sampai 30 menit hingga suhunya sama dengan suhu ruang dan menimbang beratnya (W_2). Kadar air (%) dari sampel minyak sawit merah yang dianalisa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

W_0 : berat cawan kosong (g)

W_1 : berat cawan + sampel awal (g)

W_2 : berat cawan + sampel kering (g)

3.5.3 Analisis Total Karoten

Analisa penentuan *karoten* menggunakan metode spektrofotometri uv-vis (Puteh *et al.*, 2022) diawali dengan menimbang minyak sawit merah sebanyak 0,1001 g meletakkannya ke dalam labu ukur 25 mL. Setelah itu, menambahkan n-heksana sampai tanda batas labu ukur kemudian dihomogenkan hingga minyak sawit merah larut sempurna. Tahap selanjutnya, mengukur absorbansi sampel menggunakan spktrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 446 nm.

Total karoten (ppm) dari sampel minyak sawit merah yang dianalisa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total karoten (ppm)} = \frac{A \times 383 \times V}{W \times 100} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

V : Volum n-heksana

A : Absorbansi pada panjang gelombang 446 nm

3.5.4 Uji Sensori pada Minyak Sawit Merah

Uji sensori merupakan uji yang dilakukan dengan menggunakan indera manusia sebagai alat utama pengukuran (Regina *et al.*, 2020). Uji sensori dilakukan dengan uji skoring meliputi pengujian atribut, yaitu warna dan aroma. Sedangkan uji hedonik memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui penerimaan panelis secara keseluruhan terhadap minyak sawit merah . Penilaian dari sifat sensori untuk pengujian skoring dan hedonik dengan menggunakan 20 panelis. Panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap parameter minyak sawit merah dengan skor kesukaan dan kesan pada setiap panelis.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi NaOH yang digunakan sebagai aktivator zeolit alam berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar asam lemak bebas, karoten dan sensori warna dan aroma pada minyak sawit merah.
2. Perlakuan terbaik didapat dari konsentrasi NaOH 3 M dengan kadar air sebesar 0,0683 %, kadar asam lemak bebas sebesar 0,0487% dan karoten sebesar 483,1416 ppm. Kadar asam lemak bebas dan kadar air yang rendah dapat mempengaruhi karakteristik minyak sawit sawit merah dimana minyak yang dihasilkan memiliki aroma netral dan berwarna merah.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menambahkan atau mencampurkan aroma tambahan seperti aroma rempah-rempah yang berfungsi menambah variasi aroma pada minyak sawit merah serta pada proses pembuatan minyak sawit merah perlu ditambahkan proses fraksinasi minyak sawit merah bertujuan untuk memisahkan fraksi padat (stearin) dan fraksi cair (olein) berdasarkan titik lelehnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Yudha, A. P. P., dan Azidi, I. 2019. Pirolisis Minyak Goreng Bekas Dengan Katalis Zeolit Teraktivasi NaOH. *Jurnal Konversi*. Vol. 8 (1): 29-38.
- Adi, I. S. S. dan Sri, H. R. 2009. Kajian Persepsi Konsumen Terhadap Minyak Goreng Sawit Merah Untuk Menunjang Sistem Pemasaran. *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Akuntansi Fakultas Ekonomi*. Vol. 1 (1): 1-36.
- Ahmadi, K. 2009. Kinerja Zeolit Alam Teraktivasi Pada Penjernihan Minyak Bekas Penggorengan Keripik Tempe. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 10 (2):136-143.
- Aini, N., Olyvia, P. W. dan Iriany. 2016. Desorpsi B-Karoten Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) dari Karbon Aktif Menggunakan Isopropanol. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 5 (4): 1-7.
- Anggriani, U. M., Abu, H. dan Indah, P. 2021. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb). *Jurnal Kinetika*. Vol. 12 (02):. 29-37.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2019. Standar Nasional Indonesia 7709:2019. Minyak Goreng Sawit.
- Budiyanto, Devi, S. dan Fahmi. 2012. Kajian Pembuatan Red Palm Olein dengan Bahan Baku Minyak Sawit Kasar yang di Ambil dari Beberapa Stasiun Pengolahan Crude Palm Oil. *Seminar Nasional Menuju Pertanian yang Berdaulat*. Universitas Bengkulu..
- Dewi M. T. I. and Hidajati, N. 2012. Peningkatan Mutu Minyak Goreng Curah Menggunakan Adsorben Bentonit Teraktivasi. *Journal of Chemistry (Easton)*. Vol. 1 (2): 47–53.
- Dirinck, P., Schreyen, L., Schoenmacker, L, Wychuyse. 2006. *Volatile Components of Crude Palm Oil*. *Journal of Food Science*. Vol. 42 (3): 645 - 648
- Djaeni, M., Kurniasari L., Purbasari, A., dan Sasongko, S. 2010. *Proceeding of the 1st International Conference on Materials Engineering*. Yogyakarta.

- Emelda, L., Putri, S.M. dan Ginting, S. 2013. Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi untuk Adsorpsi Logam Krom (Cr^{3+}). *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol. 9 (4): 166-172.
- Fajriani, I. Y., Andi, Z. S. dan Fitri, A. 2022. Pemanfaatan Zeolit yang Teraktivasi Asam Klorida (HCl) sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal SANTIS*. Vol. 3 (1).
- Fatimah, D. 2009. Peningkatan Kualitas Zeolit Alam Cikancra, Tasikmalaya, Dengan Metoda Asam Mineral. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi*.
- Harahap, I. S., Puji, W. dan Yulida, A. 2020. Analisa Kandungan Beta Karoten Pada Cpo (Crude Palm Oil) di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Ppks) Medan Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. Vol. 2 (1): 09-13.
- Hasibuan, H.A. dan Siahaan, D. 2014. Review Standar Minyak Goreng Sawit Diperkaya Karoten Terkait Fortifikasi Vitamin A sebagai Revisi SNI 01-3741-2002. *Jurnal Standarisasi*. Vol. 16 (1): 65
- Hidayati, S., Zuidar, A.S., Sugiharto, R dan Neri. 2017. *Prosiding Semnas BKS PTN Wilayah Barat*, 20-21 Juli , Bangka Belitung.
- Indarto, C. dan Fakhry. 2022. Efektivitas Jenis Adsorben dalam Pemurnian *Cooking Oil* dari Jagung Varietas Lokal. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol. 16 (4): 622-629.
- Jozefaciuk, G. and Bowanko, G., (2002), Effect of Acid and Alkali Treatments on Surface Areas and Adsorption Energies of Selected Minerals. *Journal Clays and Clay Minerals*. Vol. 50 (6): 771-783.
- Khaidir. 2012. *Dehidrasi Bioetanol Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi*. Jawa Barat: IPB Press.
- Kundari, N.A., Susanto, A. dan Prihatiningsih, M.A. 2010. Adsorpsi Fe dan Mn dalam Limbah Cair dengan Zeolit Alam, *Prosiding Seminar nasional VI SDM Teknologi nuklir Yogyakarta*.
- Kuntom A., Dirinck P.J. dan Schamp N.M. 1989. Identification of volatile compounds that contribute to the aroma of fresh palm oil and oxidized oil. *Elaeis*, 1, 53–61 [14.3.1].
- Kusumastuti. 2004. Kinerja Zeolit Alam dalam Memperbaiki Mutu Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol XV (2): 141-144.

- Kurniasari, L., M, Djaeni, dan Purbasari. 2011. Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Alat Pengering Bersuhu Rendah. *Reaktor*. Vol. 13 (3): 178-184.
- Larasati, M., Ayu P., Wirawan, S. K., dan Bendiyasa, I. M. 2018. Adsorption of Free Fatty Acid (FFA) in Low-Grade Cooking Oil Used Activated Natural Zeolite as Adsorbent. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 299 (1): 012085.
- Lestari, D.Y. 2010. Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara. *Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Marlina, L and Ramdan, I. 2017. Identifikasi kadar asam lemak bebas pada berbagai jenis minyak goreng nabati. *Jurnal TEDC*. Vol. 11 (1): 53–59.
- Maryuningsih, R. D., Budi, N. dan Nur, W. 2021. Pemanfaatan Karotenoid Minyak Sawit Merah untuk Mendukung Penanggulangan Masalah Kekurangan Vitamin A di Indonesia. *Jurnal Pangan*. Vol. 30 (1): 65-74
- Muttaqii, M. A., David, C. B. dan Kusno Inugroho. 2019. Pengaruh Aktivasi Secara Kimia Menggunakan Larutan Asam dan Basa Terhadap Karakteristik Zeolit Alam. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. Vol. 13 (2): 266-271.
- Nasrun. 2012. Dehidrasi Etanol Secara Pervaporasi Dengan Membran Selulosa Asetat Termodifikasi Zeolit Alam. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Vol. 1 (1): 1-11
- Ngapa, Y. D. 2017. Kajian Pengaruh Asam-Basa pada Aktivasi Zeolit dan Karakterisasinya sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *Jurna Kimia dan Pendidikan Kimia*. Vol. 2 (2): 90-96.
- Nokkaew, R., V. Punsuvon, T. Inagaki, and S. Tsuchikawa. 2019. Determination of Carotenoids and DOBI Content in Crude Palm Oil by Spectroscopy Techniques: Comparison of Raman and FT-NIR Spectroscopy. *International Journal of GEOMATE*. Vol. 16: 92–98.
- Oktarianti, V., Erwana, D. dan Robert, J. 2022. Pemurnian Minyak Sawit Merah Menggunakan Filter Bentonit dan Membran Keramik. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*. Vol. 2 (10), hal. 407-412.
- Pratomo, S.W., Widhi, F. M. dan Triastuti, S. 2017. Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi H₃PO₄ sebagai Adsorben Ion Logam Cd(II) dalam Larutan. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol. 6 (2): 161-167.
- Purwanto J. I. dan Edi, S. 2016. Hubungan Mutu Buah dan Curah Hujan Terhadap Kandungan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kelapa Sawit. *Bul. Agrohorti* Vol.4 (3): 250-255.

- Puspitasari, D.A. 2008. Optmiasi Proses Produksi dan Karakteristik Produk serta Pendugaan Umur Simpan Minyak Sawit Kaya Karotenoid. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Puteh, A. Q., Anith, A. M. S., Mohd, H. H. R., dan Alawi, S. 2022. *Comparative Study of Carotenoids Content in Ripe and Unripe Oil Palm Fresh Fruit Bunches. International Journal of Integrated Engineering*. Vol. 14 (9), 240-246.
- Rahayu, D., Randy, C. W., dan dan Rizal, S. P. 2018. Implementasi Metode Backpropagation Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 2 (4): 1547-1552.
- Regina, C. S. 2020. Pengaruh Konsentrasi Minyak Sawit Merah terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Mie Basah Berbasis Tepung Mocaf. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Robiyansyah, Zuidar, A. S. dan Hidayati, S. 2017. Pemanfaatan Minyak Sawit Merah Dalam Pembuatanbiskuit Kacang Kaya Beta Karoten. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*. Vol. 22 (1): 11-20.
- Robiah, Ani, M., Rifdah, dan Zulkipli, A. 2022. Adsorpsi Asam Lemak Bebas Pretreatment Menggunakan CPO Menggunakan Zeolit Alam Proses Kontinyu. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. Vol. 12 (2). 110-114.
- Rosita, N. dan Erawati, T. 2004. Pengaruh Perbedaan Metode Aktivasi terhadap Efektivitas Zeolit sebagai Adsorben. *Jurnal Farmasi*. Vol. 4(1): 45-46.
- Senda, S.P., Saputra, H., Sholeh, A., Rosjidi, M., Mustafa, A. 2006. Prospek Aplikasi Produk Berbasis Zeolit untuk Slow Release Substances (SRS) dan Membran. *Artikel Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia*. ISSN 1410- 9891.
- Sofith, C. D., Sri, R. E. dan Fatimah. 2020. Kinerja Aktivasi dan Impregnasi Zeolit Alam sebagai Adsorben. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 09 (2): 75-79.
- Suarsa, I. W., Simpen, I. N. dan Prayani, M. W. 2022. Adsorpsi Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah dengan TiO₂/Zeolit Alam. *Journal of Chemistry*. Vol. 16 (2): 189-197.
- Sugiarti dan Amiruddin, Z.S. (2008), "Pengaruh Jenis Aktivasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit pada Ion Kromium (VI)", *Jurnal Chemical, Universitas Negeri Muhammadiyah, Makasar*, Vol. 9 (2).

- Sumarna, D. (2014). Studi Metode Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Merah (Red Palm Oil) dari Crude Palm Oil. *Seminar Nasional Kimia*. Universitas Mulawarman.
- Sumarni, Noor, H. dan Alimuddin. 2018. Aktivasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Menggunakan NaOH. *Jurnal Atomik*. Vol. 3 (2): 106-110.
- Suroso, A. S. 2013. Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. Vol. 3 (2): 77-88.
- Syafriadi, Siti, M. dan Muhammad, A. M. 2021. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH pada Zeolit Alam Lampung Terhadap Produk Silika. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. Vol. 15 (2): 393-402.
- Syahputra, M. R., Ferry, F. K. dan Leenawaty, L. 2008. Analisis Komposisi dan Kandungan Karotenoid Total dan Vitamin A Fraksi Cair dan Padat Minyak Sawit Kasar (CPO) Menggunakan KCKT Detektor PDA. *Jurnal Natur Indonesia*. Vol. 10 (2): 89-97.
- Widihati, I. A. G., Mahaputra, G. S. U. dan Suarsa, I. W. 2022. Pemanfaatan Zeolit-Bentonit Sebagai Adsorben Fosfat dalam Air. *Jurnal Kimia*. Vol. 16 (2): 199-204.
- Widhiyanuriyawan, D. dan Nurkholis, H. 2013. Variasi Temperatur Pemanasan Zeolite alam-NaOH Untuk Pemurnian Biogas. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. Vol. 6 (1): 1-94.
- Wulandari, N., Tien, R. M. Slamet, B. dan Sugiyono. Sifat Fisik Minyak Sawit Kasar dan Korelasinya dengan Atribut Mutu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. XXII (2): 117-183
- Yahya, R. (2018). Pengolahan Limbah Kromium Industri Elektroplating Menggunakan Teknologi Filtrasi, Absorpsi, Adsorpsi, Sedimentasi (Faas). *Mathematics Education Journal*, Vol. 1 (1): 75.
- Yuliasari, S. Dedi, F., Nuri, A. dan Sri, Y. 2016. Karakteristik Enkapsulat Minyak Sawit Merah Dengan Pengayaan β -Karoten. *Jurnal Informatika Pertanian*. Vol. 25 (1): 107-116.
- Yulia, E., Mulyati, A. H. dan Farida, N. 2017. Kualitas Minyak Goreng Curah yang Berada di Pasar Tradisional di Daerah Jabodetabek pada Berbagai Penyimpanan. *Jurnal Ilmiah*. Vol. 17 (2): 29-38.
- Yunita, D. 2009. Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam. *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY*.