ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS MINYAK GORENG BEKAS MENGGUNAKAN ADSORBEN BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR AYAM RAS (*Gallus gallus domesticus*)

BETI KUMALA

NIM H1031211015

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS MINYAK GORENG BEKAS MENGGUNAKAN ADSORBEN BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR AYAM RAS (*Gallus gallus domesticus*)

BETI KUMALA

NIM H1031211015

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Kimia



PROGRAM STUDI S1 KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Adsorpsi Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Adsorben Berbahan Dasar Cangkang Telur Ayam Ras (*Gallus gallus domesticus*)
Nama Mahasiswa	:	Beti Kumala
NIM	:	H1031211015
Jurusan/Program Studi	:	Kimia/S1-Kimia
Tanggal Lulus	:	10 September 2025
SK Pembimbing	:	No.5679/UN22.8/TD.06/2024 31 Desember 2024
SK Penguji	:	No.2834/UN22.8/TD.06/2025 26 Agustus 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Adhitiyawarman, S.Si,M.,Si.,Ph.D	Dr. Ari Widiyantoro, S.Si.,M.Si
NIP. 198409192008121001	NIP. 197304012000121001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Anis Shofiyani, S.Si.,M.Si	Titin Anita Zaharah, S.Si.,M.Si
NIP. 197311152000112001	NIP. 196904191996012002
Pemimpin Sidang (merangkap anggota penguji)	Seketaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Adhitiyawarman, S.Si.,M.Si.,Ph.D	Dr. Ari Widiyantoro, S.Si.,M.Si
NIP. 198409192008121001	NIP. 197304012000121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si.,M.Si
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Beti Kumala

NIM : H1031211015

Program Studi/Jurusan Kimia : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Mentri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/ atau sanksi hokum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 23 September 2025

Beti Kumala

NIM H1031211015

ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS MINYAK GORENG BEKAS MENGGUNAKAN ADSORBEN BERBAHAN DASAR CANGKANG TELUR AYAM RAS (*Gallus gallus domesticus*)

Abstrak

Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sebagai salah satu alternatif yang digunakan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas. Penelitian ini dilakukan dengan membuat cangkang telur ayam menjadi media penyerap atau adsorben dengan metode variasi temperatur kalsinasi 800 ºC dan 850 ºC serta variasi konsentrasi akivator yaitu $NaHCO_3$. Tujuan dari penelitian ini yaitu Untuk mengetahui suhu kalsinasi cangkang telur ayam terhadap adsorpsi asam lemak bebas dan pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas. Hasil XRD menunjukkan pada temperatur 850ºC terbentuknya CaO dan adanya sedikit pengotor. Hasil uji daya serap iodin menggunakan adsorben terbaik yaitu adsorben teraktivasi $NaHCO_3$ 4% menunjukkan angka 509,8 mg/g. Hasil pengujian adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas dengan temperatur kalsinasi 850ºC adsorben teraktivasi $NaHCO_3$ 4% diperoleh angka efisien adsorpsi tertinggi sebesar 97,0%.

Kata Kunci: Adsorben, Adsorpsi, Cangkang Telur Ayam, Minyak Goreng Bekas

ADSORPTION OF FREE FATTY ACIDS FROM USED COOKING OIL USING CHICKEN EGG SHELL (*Gallus gallus domesticus*) BASED ADSORBENT

Abstract

The uttilization of chicken egg shell waste as an alternative used to reduce free fatty acid levels in used cooking oil. This study was conducted by making chicken egg shells into an absorbent medium or adsorbent with a calcination temperature variation method of 800 ºC and 850 ºC and a variation in the concentration of the activator, namely $NaHCO_3$. The purpose of this study was to determine the calcination temperature of chicken egg shells on the adsorption of free fatty acids and the effect of adsorbent mass on the adsorption of free fatty acids in used cooking oil. XRD results showed that at a temperature of 850ºC, CaO was formed and there were few impurities. The results of the iodine absorption test using the best adsorbent, namely the activated adsorbent NaHCO3 4% showed a figure of 509.8 mg / g. The results of the free fatty acid adsorption test in used cooking oil with a calcination temperature of 850ºC, the activated adsorbent $NaHCO_3$ 4% obtained the highest adsorption efficiency figure of 97,0%.

Keyword: Adsorbent, Adsorption, Chicken Egg Shell, Free Fatty Acid.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Adsorpsi Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Adsorben Berbahan Dasar Cangkang Telur Ayam Ras (*Gallus gallus domesticus*) " sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yaitu bapak Aliuspandi dan ibu Siko serta keluarga besar kakak kandung penulis Desi Juniarti dan kedua adik penulis Prayoga dan Obaja terima kasih yang sebesar-besarnya karena selalu memberikan, dan mengusahakan yang terbaik mendoakan, memberi motivasi, serta dukungan moral dan material yang tiada henti dari awal perkulian sampai penuisan skripsi ini seesai.
2. Prof. Dr. Gusrizal, S.Si, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Dr. Winda Rahmalia, S.Si, M.Si. selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
5. Dr. Muhamad Agus Wibowo, S.Si, M.Si selaku dosen prmbimbing akademik penulis.
6. Bapak Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, masukan, dan semangat selama proses penyusunan skripsi ini. Sehingga penulisan skripsi dapat menjadi lebih baik.

7. Dr**.** Ari Widiyanantoro, S**.**Si M**.**Si. selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingan dan koreksi yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini. Sehingga penulisan skripsi dapat menjadi lebih baik.
8. Dr. Anis Shofiyani, S.Si, M.Si selaku penguji pertama yang telah memberikan saran serta masukan untuk penelitian maupun penulisan skripsi. Sehingga penulisan skripsi dapat menjadi lebih baik.
9. Ibu Titin Anita Zaharah, S.Si, M.Si selaku penguji kedua yang telah memberikan saran serta masukan untuk penelitian maupun penulisan skripsi. Sehingga penulisan skripsi dapat menjadi lebih baik.
10. Yoga Pratama, S.Si dan Titiek Lestari, S.Si selaku laboran yang telah membantu dan memberikan saran dalam penelitian di laboratorium.
11. Sahabat penulis yaitu Marsela, Yuyut dan Dorina yang selau menemani semasa penelitian maupun semasa penulisan skripsi ini yang selau membantu serta memberikan motovasi dan semangat yang tiada hentinya kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan, Angreni, Kiki, Nopi, Tiara, Septria, Aina, Kartika, Devi, Nadia dan Tengku yang selau memberi motovasi serta semangat yang tiada hentinya kepada penulis.
13. Diri Sendiri yaitu Beti Kumala terima kasih telah menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan penuh perjuangan, serta semangant dan motivasi yang tidak pernah pudar meskipun banyak halangangan dan rintangan penulis mampu melewatainya sampai penulisan skripsi ini selesai.

Rabu,23, September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK.....iii

Abstrak v

Abstract vi

PRAKATA..... vii

DAFTAR ISI..... ix

DAFTAR TABEL.....x

DAFTAR GAMBAR xi

BAB I 2

PENDAHULUAN 2

1.1 Latar Belakang 2
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian..... 4
1.4 Manfaat Penelitian..... 4

BAB II.....4

TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Minyak Goreng Bekas..... 4
2.2 Cangkang Telur Ayam (*Gallus gallus*) 5
2.3 Adsorpsi..... 6
2.4 X-Ray Diffraction (XRD)..... 7
2.5 Gas Sorption Analyzer (GSA)..... 8

BAB III 10

METODOLOGI PENELITIAN.....10

3.1 Waktu dan tempat penelitian..... 10
3.2 Alat dan Bahan 10
3.3 Prosedur Kerja..... 10

3.3.1 Preparasi Sampel 10
3.3.2 Pembuatan Adsorben dari Cangkang Telur 10
3.3.3 Aaktivasi Adsorben 11
3.3.4 Uji Daya Serap Iodin 11
3.3.5 Uji Asam Lemak Bebas 12
BAB IV 14
HASIL DAN PEMBAHASAN 14
4.1 Preparasi Sampel 14
4.2 Pembuatan Adsorben Cangkang Telur Ayam 14
4.3 Karakterisasi Cangkang Telur Ayam dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) 17
4.4 Aktivasi Adsorben 19
4.5 Uji Daya Serap Iodin 20
4.6 Karakterisasi Cangkang Telur Ayam dengan *Gas Sorption Analyzer* (GSA 20
4.7 Uji Asam Lemak Bebas 23
4.8 Adsorpsi Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Kalsium Oksida (CaO) 24
BAB V 28
PENUTUP 28
5.1 Simpulan 28
5.2 Saran 28
DAFTAR PUSTAKA 29
LAMPIRAN 33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit.....5
Tabel 2.2 Komposissi mineral cangkang telur ayam ras.....6
Tabel 4.1 Rendemen Serbuk Cangkang Telur Ayam..... 15
Tabel 4.2 Hasil Serbuk Cangkang Telur Ayam.....15
Tabel 4.2 Hasil analisis GSA 16
Tabel 4.3 Angka Daya Serap Iodin.....21
Tabel 4.4 Hasil uji ALB pada minyak goreng bekas.....23
Tabel 4.5 Hasil adsorpsi ALB minyak goreng bekas menggunakan CaO.....24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Cangkang Telur Ayam (*Gallus gallus*) 4
Gambar 2.3. Ilustrasi Prinsip dasar XRD.....6
Gambar 4.1. Cangkang telur dikeringkan bawah sinar matahari.....8
Gambar 4.2. Adsorben hasil kalsinasi suhu 800 ºC.....15
Gambar 4.3. Adsorben hasil kalsinasi suhu 850 ºC.....15
Gambar 4.4. Hasil Karakterisasi XRD sebelum kalsinasi.....17
Gambar 4.4. Hasil Karakterisasi XRD setelah kalsinasi.....18
Gambar 4.5. Proses Aktivasi.....19
Gambar 4.6 Perendaman Adsorben dengan Larutan Iodin.....20
Gambar 4.7. Reaksi Hidrolisis Trigliserida pada Minyak.....23
Gambar 4.8. Hasil titrasi asam lemak bebas.....23
Gambar 4.9. Hasil titrasi asam lemak bebas..... .25
Gambar 4.10. Massa adsorben (g) Vs Efesinsi adsorben (%).....25
Gambar 4.11. Perbandingan sampel minyak goreng bekas dan hasil adsorpsi.....26

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng bekas merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari aktivitas rumah tangga maupun industri. Kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) yang tinggi di dalamnya dapat menyebabkan penurunan mutu minyak serta berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan. Salah satu metode yang efektif untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas adalah proses adsorpsi, yaitu pemisahan komponen menggunakan bahan penyerap (adsorben) yang memiliki pori-pori aktif (Wahyudi dkk., 2022).

Salah satu sumber bahan alami yang berpotensi sebagai adsorben adalah cangkang telur ayam ras (*Gallus gallus domesticus*). Cangkang telur memiliki komposisi mineral yang tersusun dari kristal $CaCO_3$ (98,34%), $MgCO_3$ (0,84%) dan $Ca_3(PO_4)_2$ (0,75%) (Lestari dan Saputra 2023). Cangkang telur diketahui memiliki 10.000-20.000 pori-pori sehingga diperkirakan dapat menyerap suatu zat terlarut dan dapat digunakan sebagai adsorben (Hajar *et al.*, 2016). Cangkang telur yang memiliki kandungan $CaCO_3$dapat dikonversi menjadi kalsium oksida (CaO) melalui proses kalsinasi. Proses kalsinasi sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang terlalu rendah menyebabkan reaksi dekomposisi $CaCO_3$ menjadi CaO tidak berlangsung sempurna. Suhu yang terlalu tinggi berisiko merusak struktur pori dan menurunkan kemampuan adsorpsi akibat terjadinya sintering (Fitriani dkk., 2020).

Penelitian yang dilakukan Vinicius *et al*, (2017) tahap utama dekomposisi terjadi pada suhu 574–731 °C, yang menunjukkan terjadinya dekomposisi termal $CaCO_3$ disertai dengan pelepasan gas CO_2. Pada suhu 800 °C masih tersisa residu 52,8% yang menunjukkan $CaCO_3$ belum terkonversi sempurna menjadi CaO. Akan tetapi setelah melewati temperatur 900ºC kurva perubahan massa cenderung bersifat konstan. Penelitian yang dilakukan Oko dan Syahri, (2018) melaporkan bahwa kalsinasi dengan temperatur 900ºC menghasilkan CaO dengan kristalinitas

sebesar 94,64% dan kadar rendemen sebesar 92,66%. Penelitian yang dilakukan Zahara, (2021) melaporkan berdasarkan pengamatan secara langsung CaO terbentuk pada temperatur 800-900ºC dengan ditandai ciri fisik yaitu serbuk berwarna putih, sedangkan pada temperatur 300-700ºC diperoleh serbuk berwarna hitam. Penelitian yang dilakukan Abdilah dan Hulupi, (2020) melaporkan bahwa kalsinasi pada suhu 800 °C tanpa aktivasi kimia memberikan kualitas terbaik, dengan penurunan kadar asam lemak bebas mencapai 54,74%. Sementara itu, Fitriyana dan Safitri, (2015) menggunakan aktivasi fisika pada suhu 600 °C dengan variasi massa adsorben dan waktu pengadukan, dan memperoleh penurunan bilangan asam hingga 91% serta bilangan peroksida sebesar 58%.

Beberapa penelitian tersebut belum mengkaji pengaruh aktivasi kimia terhadap daya serap adsorben dari cangkang telur ayam, serta belum memadukan aktivasi kimia dengan perbandingan suhu kalsinasi. Penelitian ini dilakukan aktivasi kimia menggunakan natrium bikarbonat ($NaHCO_3$) dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor, memperbesar dan memperbanyak pori melalui pelepasan CO_2 saat pemanasan, sehingga berpotensi meningkatkan luas permukaan adsorben. Konsentrasi natrium bikarbonat yang digunakan perlu disesuaikan untuk memperoleh hasil adsorpsi yang optimal (Maruni dkk., 2022). Kombinasi antara aktivasi kimia dengan suhu kalsinasi terbaik diharapkan menghasilkan adsorben dengan kualitas pori yang lebih baik dan efektivitas penurunan asam lemak bebas yang lebih tinggi dibandingkan aktivasi fisika atau termal saja.

Selain itu, penelitian ini juga akan mengkaji pengaruh variasi massa adsorben yang telah diaktivasi secara kimia dan kalsinasi terhadap efektivitas adsorpsi minyak goreng bekas. Efektivitas adsorpsi sangat bergantung pada massa adsorben yang digunakan. Jika massa adsorben terlalu sedikit, asam lemak bebas tidak terserap seluruhnya. Sebaliknya, jika penggunaan adsorben berlebihan dapat menyebabkan penurunan proses efisiensi secara keseluruhan (Waluyo dkk., 2021). Dengan demikian, penelitian ini memiliki keterbaruan pada kombinasi metode aktivasi kimia ramah lingkungan dan perbandingan suhu kalsinasi, yang sebelumnya belum dilakukan, sehingga dapat memberikan kontribusi pada pengembangan adsorben alami berbasis limbah organik sekaligus mendukung

konsep ekonomi sirkular dengan cara mengurangi limbah organik dan mengoptimalkan pemanfaatan kembali sumber daya (Azizane *et al*., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa suhu terbaik kalsinasi terhadap cangkang telur ayam ras (*Gallus gallus domesticus*)?
2. Berapa konsentrasi aktivator natrium bikarbonat optimum terhadap daya adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas?
3. Berapa massa adsorben optimum terhadap daya adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui suhu terbaik kalsinasi cangkang telur ayam ras (*Gallus gallus domesticus*).
2. Mengetahui konsentrasi aktivator natrium bikarbonat optimum terhadap daya adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas.
3. Mengetahui massa adsorben optimum terhadap daya adsorpsi asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknologi pengolahan minyak nabati, khususnya mengenai alternatif adsorben alami untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng bekas. dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya mengurangi dampak negatif penggunaan minyak goreng bekas terhadap kesehatan dan lingkungan, serta memperkenalkan teknologi pengolahan limbah yang ramah lingkungan, murah, dan mudah diimplementasikan.