

**KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERAKTIVASI H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat sarjana kimia**



**Oleh:**

**Nama : Aji Bayu Saputro**

**NIM : 17106030038**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1112/Un.02/DST/PP.00.9/06/2022

Tugas Akhir dengan judul : KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERAKTIVASI H3PO4  
SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AJI BAYU SAPUTRO  
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030038  
Telah diujikan pada : Selasa, 31 Mei 2022  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

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

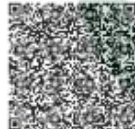
#### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 62a8312bd5e7



Penguji I

Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 62a7f6dc1b62



Penguji II

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 62a694b3c71f



Yogyakarta, 31 Mei 2022  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 62a9443c4689

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Aji Bayu Saputro  
NIM : 17106030038  
Judul Skripsi : KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERAKTIVASI  $H_2PO_4$  SEBAGAI  
ADSORBENPADA PEMURNIAN MINYAK GORENG

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 25 April 2022

Pembimbing

Dr. Imelda Fajriani, M.Si.

NIP: 19750725 200003 2 001

## NOTA DINAS KONSULTASI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

### NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir  
Lamp :-

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Aji Bayu Saputro  
NIM : 17106030038  
Judul Skripsi : Karbon Aktif Tempurung Kelapa Teraktivasi  $H_3PO_4$  Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas


sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 14 Juni 2022  
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

  
Dr. Maya Rahmayanti, M.Si  
NIP. 19810627 200604 2 003

## NOTA DINAS KONSULTASI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/RO

## NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Aji Bayu Saputro  
NIM : 17106030038  
Judul Skripsi. : Karbon Aktif Tempurung Kelapa Teraktivasi  $H_3PO_4$  Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 14 Juni 2022

Konsultan

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.  
NIP. 19900330 201903 1 008

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Aji Bayu Saputro  
NIM : 17106030038  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERAKTIVASI  $H_3PO_4$  SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Juni 2022



METERAI  
TEMPEL  
DB8AJX838028805

**Aji Bayu Saputro**  
NIM. 17106030038

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **MOTTO**

“Hasta La Victoria Siempre.”

Dikutip dari surat selamat tinggal kepada Fidel Castro



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,  
keluarga tercinta terutama bapak, ibu, dan adik tersayang.





## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya yang telah memberikan pertolongan dan kemudahan bagi setiap hamba-Nya, sholawat tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun umatnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERAKTIVASI  $H_3PO_4$  SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS”** sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S. Si).

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta mendukung dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih secara khusus penyusun sampaikan kepada:

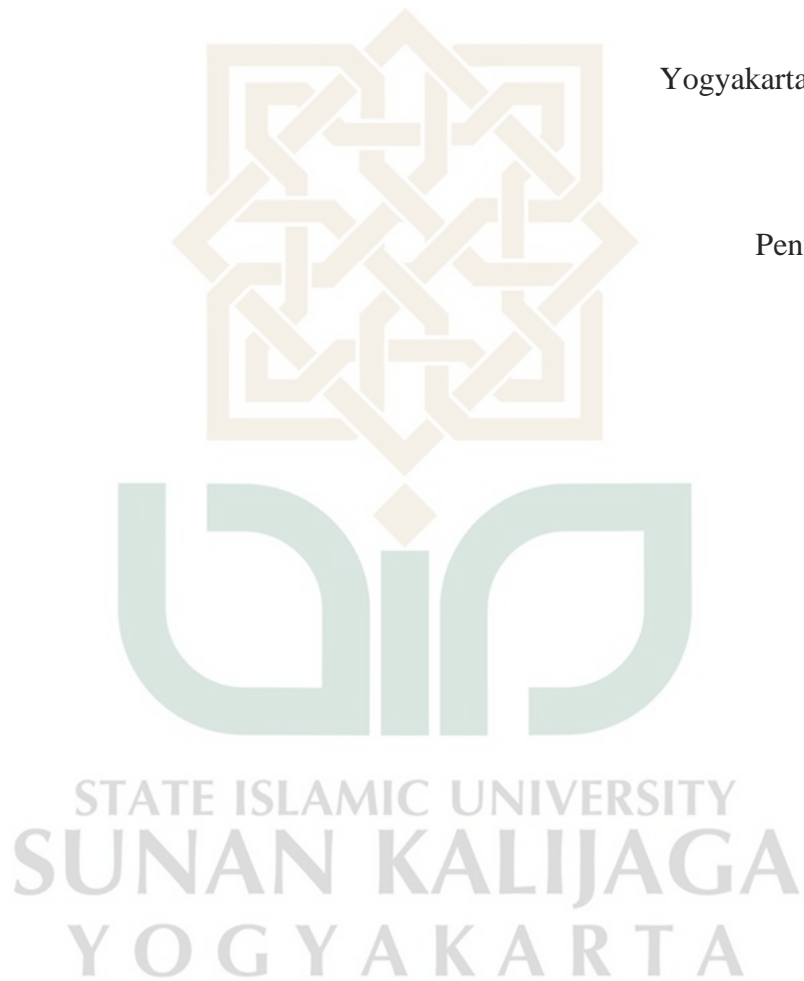
1. Bapak Prof. Dr. Phill. Al-Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar memberi bimbingan, arahan, dan motivasi dalam pembuata skripsi.
4. Seluruh dosen dan pengajar Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Seluruh staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
6. Bapak, ibu, dan adik yang telah memberikan restu dan dukungan berupa kasih sayang, doa, hingga materi kepada penyusun.
7. Teman-teman Electron Kimia angkatan 2017 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah menjadi keluarga dan menemani dari awal kuliah hingga saat ini.

8. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Kritik dan saran diharapkan oleh penyusun agar kekurangan dalam pembuatan skripsi ini dapat diperbaiki. Penyusun juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan kimia dan ilmu pengetahuan lainnya.

Yogyakarta, 1 Juni 2022

Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
NOTA DINAS KONSULTASI.....	iv
NOTA DINAS KONSULTASI.....	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka.....	6
B. Landasar Teori.....	8
1. Tempurung Kelapa.....	8
2. Karbon Aktif.....	9
3. Adsorpsi.....	13
4. Minyak goreng bekas.....	15
5. Parameter Kualitas Minyak.....	16
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Alat-Alat Penelitian.....	22
C. Bahan Penelitian.....	22
D. Cara Kerja Penelitian.....	22
1. Preparasi karbon aktif tempurung kelapa.....	22
2. Karakterisasi karbon aktif tempurung kelapa.....	23
3. Proses adsorpsi minyak goreng bekas.....	23
E. Teknik Analisis Data.....	24
1. Uji kadar air karbon aktif.....	24
2. Uji kadar abu karbon aktif.....	25

3.	Uji kadar zat mudah menguap karbon aktif.....	25
4.	Uji kadar karbon terikat .....	25
5.	Analisis asam lemak bebas .....	25
6.	Analisis bilangan peroksida.....	25
7.	Analisis kadar air .....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		26
A.	Preparasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	26
B.	Analisis Proksimat Karbon Aktif .....	28
1.	Uji Kadar Air .....	28
2.	Uji Kadar Abu.....	29
3.	Uji <i>Volatile Matter</i> .....	30
4.	Uji <i>Fixed Carbon</i> .....	32
C.	Karakterisasi Gugus Fungsi.....	33
D.	Pemurnian Minyak Goreng Bekas.....	34
E.	Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas .....	36
F.	Penentuan Kadar Bilangan Peroksida .....	39
G.	Penentuan Kadar Air .....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
A.	Kesimpulan.....	44
B.	Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....		45
LAMPIRAN.....		51
CURRICULUM VITAE.....		64

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Komposisi yang terkandung dalam tempurung kelapa .....	8
Tabel 2. 2. Syarat mutu arang aktif No 06-3730-1995 .....	10
Tabel 2. 3. Perbedaan adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika.....	14
Tabel 4. 1. Kadar Air Arang Sebelum dan Sesudah Aktivasi .....	29
Tabel 4. 2. Kadar Abu Arang Sebelum dan Sesudah Aktivasi .....	30
Tabel 4. 3. Kadar <i>Volatile Matter</i> Arang Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	31
Tabel 4. 4. Kadar <i>Fixed Carbon</i> Arang Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	32
Tabel 4. 5. Syarat Minyak Goreng SNI 7709:2019 .....	34
Tabel 4. 6. Hasil Analisis Asam Lemak Bebas .....	37
Tabel 4. 7. Hasil Analisis Bilangan Peroksida.....	40
Tabel 4. 8. Hasil Analisis Kadar Air .....	42



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1. Tempurung kelapa yang sudah dicacah kecil-kecil.....	26
Gambar 4. 2. Karbon tempurung kelapa .....	27
Gambar 4. 3. Spektrum FTIR karbon dan karbon aktif .....	33



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b>	Pembuatan $H_3PO_4$ konsentrasi 10% sebanyak 100 mL dari konsentrasi 85%. .....	51
<b>Lampiran 2.</b>	Data hasil uji kadar air arang aktif tempurung kelapa sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) konsentrasi 15%. .....	51
<b>Lampiran 3.</b>	Data hasil uji kadar abu arang aktif tempurung kelapa sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) konsentrasi 15%. .....	51
<b>Lampiran 4.</b>	Data hasil uji kadar <i>volatile matter</i> arang aktif tempurung kelapa sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) konsentrasi 15%. .....	52
<b>Lampiran 5.</b>	Data hasil uji kadar <i>fixed carbon</i> arang aktif tempurung kelapa sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) konsentrasi 15%. .....	52
<b>Lampiran 6.</b>	Pembuatan reagen analisis asam lemak bebas. ....	52
<b>Lampiran 7.</b>	Data analisis asam lemak bebas .....	54
<b>Lampiran 8.</b>	Pembuatan reagen analisis bilangan peroksida .....	56
<b>Lampiran 9.</b>	Data analisis bilangan peroksida.....	57
<b>Lampiran 10.</b>	Data Analisis Kadar Air.....	59



## ABSTRAK

### KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA TERAKTIVASI H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> SEBAGAI ADSORBEN PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS

Oleh:

**Aji Bayu Saputro**

Penelitian tentang karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai adsorben pada pemurnian minyak goreng bekas telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji aktifitas karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai adsorben dalam pemurnian minyak goreng bekas. Pengujian yang dilakukan meliputi uji proksimat terhadap karbon aktif meliputi kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan uji kualitas minyak meliputi asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa yang diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> telah memenuhi SNI No.06-3730-1995 dengan hasil kadar air sebesar 7,1194, kadar abu sebesar 1,402, kadar *volatile matter* sebesar 17,4762, kadar *fixed carbon* sebesar 81,1405. Hasil uji kualitas minyak didapatkan sebagai berikut: Asam lemak bebas telah berkurang dari 1,4326% menjadi 0,9447% dan bilangan peroksida telah berkurang dari 9,2861 mek O<sub>2</sub>/kg menjadi 5,3801 mek O<sub>2</sub>/kg setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif selama 60 menit. Nilai kadar air mengalami kenaikan dari 0,1298% menjadi 0,1817% setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif selama 120 menit. Minyak hasil adsorpsi memiliki asam lemak bebas dan kadar air yang belum memenuhi nilai SNI namun untuk bilangan peroksida nilainya telah memenuhi nilai SNI.

**Kata Kunci:** karbon aktif, tempurung kelapa, adsorpsi, minyak goreng bekas.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## ABSTRACT

### COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ACTIVATED AS ADSORBENT IN USED COOKING OIL PURIFICATION

By:

**Aji Bayu Saputro**

Penelitian Research on coconut shell activated carbon H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activated as an adsorbent in used cooking oil purification has been carried out. The purpose of this study was to examine the activity of coconut shell activated carbon H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activated H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> as an adsorbent in the purification of used cooking oil. The tests carried out included proximate tests on activated carbon including water content, ash content, volatile matter, fixed carbon, Fourier Transform Infra Red (FTIR) and oil quality tests including free fatty acids, peroxide numbers, and water content. The results of the proximate analysis show that the coconut shell activated carbon which was activated by H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> has complied with the SNI No.06-3730-1995 with the result that the water content was 7.1194, the ash content was 1.402, the volatile matter content was 17.4762, the fixed carbon content was 81, 1405. The results of the oil quality test were obtained as follows: Free fatty acids had been reduced from 1.4326% to 0.9447% and the peroxide number had been reduced from 9.2861 mek O<sub>2</sub>/kg to 5.3801 mek O<sub>2</sub>/kg after being adsorbed using activated carbon for 60 minutes. The value of water content increased from 0.1298% to 0.1817% after being adsorbed using activated carbon for 120 minutes. The adsorption oil has free fatty acids and water content that do not meet the SNI value but the peroxide value has met the SNI value.

**Keywords:** activated carbon, coconut shell, adsorption, used cooking oil .

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam pengolahan makanan lebih dari 266,91 juta masyarakat Indonesia. Berdasarkan data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) Tahun 2018, konsumsi minyak goreng per kapita pada tahun 2017 sebesar 10,72 liter per kapita dan meningkat pada tahun 2018 sebesar 10,87 liter per kapita. Permintaan tersebut terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Semakin besar permintaan produksi minyak goreng maka keberadaan minyak goreng bekas akan semakin meningkat (Hadiah dkk., 2017).

Penggunaan minyak goreng yang berlebih akan meningkatkan minyak goreng bekas, sehingga menambah limbah minyak goreng bekas. Limbah minyak goreng bekas berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dapat dikelola dengan benar. Potensi pencemaran dapat terjadi pada tanah dan perairan (Kusumaningtyas dkk., 2019).

Minyak goreng baiknya digunakan untuk 3-4 kali penggorengan. Minyak yang digunakan untuk menggoreng secara berulang kali disertai pemanasan pada suhu tinggi akan menyebabkan reaksi degradasi minyak (Kusumaningtyas dkk., 2019). Reaksi degradasi tersebut berpotensi menurunkan kualitas minyak dan menurunkan kualitas pangan sehingga memberikan dampak negatif bagi kesehatan (Sopianti dkk., 2017).

Minyak yang digunakan untuk menggoreng mengalami berbagai reaksi kimia diantaranya reaksi hidrolisis dan oksidasi. Reaksi hidrolisis akan menghasilkan asam lemak bebas. Banyaknya asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak menandakan kualitas minyak semakin rendah (Sopianti dkk., 2017). Reaksi oksidasi juga akan menghasilkan senyawa karbonil dan peroksida. Proses oksidasi dapat merusak sebagian vitamin dan asam lemak esensial yang terdapat dalam minyak sehingga dapat mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit. Selain itu, timbul aroma tengik, warna menjadi gelap dan terbentuknya busa. Secara umum komponen utama yang sangat menentukan

kualitas minyak adalah asam lemaknya, karena asam lemak menentukan sifat kimia maupun stabilitas minyak (Muhammad dkk., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Tarigan & Simatupang (2013) menjelaskan bahwa minyak goreng kemasan baru sudah memenuhi standar mutu untuk bilangan asam, bilangan peroksida dan kadar airnya yaitu sebesar 0,06 mg KOH/g, 0,973 mek O<sub>2</sub>/kg dan 0,101 %b/b sedangkan minyak goreng bekas pakai tidak memenuhi standar mutu minyak goreng SNI 3741:2013 dikarenakan bilangan asam, bilangan peroksida dan kadar airnya melebihi batas maksimum yaitu sebesar 1,067±0.081 mg KOH/g, 46,93±0.067 mek O<sub>2</sub>/kg dan 0,777±0.025 %b/b. Penelitian tentang kualitas minyak juga dilakukan oleh Ihwan dkk (2019) yang menjelaskan bahwa minyak goreng sebelum penggorengan sudah memenuhi standar mutu untuk asam lemak bebas dan angka peroksida yaitu sebesar 0,0608% dan 1,75 meq/kg sedangkan minyak goreng yang sudah digunakan pada penggorengan yang ke-7 tidak memenuhi standar mutu minyak goreng dikarenakan asam lemak bebas dan bilangan peroksidanya telah melebihi kadar yang telah ditetapkan oleh SNI yaitu sebesar 0,5% dan 12,5492 meq/kg. Kedua penelitian diatas menjelaskan bahwa minyak yang sudah digunakan mengalami kenaikan kadar bilangan asam, asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air.

Banyaknya minyak goreng bekas dari sisa industri maupun rumah tangga, mendorong dilakukan upaya pengolahan minyak goreng bekas untuk pemanfaatan kembali sehingga tidak menjadi penyebab pencemaran lingkungan (Wijayanti dkk., 2012). Salah satu alternatif cara pengolahan minyak bekas untuk meningkatkan kualitasnya adalah dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben agar minyak bekas kembali jernih sehingga mutunya dapat dipertahankan (Muhammad dkk., 2020).

Metode adsorpsi adalah salah satu metode alternatif yang dapat diandalkan untuk mengatasi limbah cair karena prosesnya yang relative sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dan memerlukan biaya yang relatif murah (Fauzi & Rahmayanti, 2020). Terdapat 4 jenis adsorben atau sorben yang umum digunakan untuk adsorpsi antara lain karbon aktif, zeolit, silika gel, dan alumina aktif (Yang, 2003).

Karbon aktif yaitu salah satu adsorben yang paling sering digunakan dan penjualannya paling banyak. Karbon aktif telah digunakan sebagai penyerap yang serbaguna pada pengolahan limbah cair (Yang, 2003). Metode adsorpsi menggunakan adsorben ini efektif dan biaya yang dikeluarkan relatif murah karena dapat memanfaatkan produk samping atau limbah pertanian (Ihwan dkk., 2019). Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan organik selama bahan tersebut mengandung unsur karbon, terutama kayu, serbuk gergaji, kulit kacang, batu buah-buahan, gambut, lignit, batu bara, kokas minyak bumi, dll (Marsh & Reinoso, 2006). Karbon aktif adalah karbon yang memiliki daya adsorpsi begitu besar sehingga pori-porinya lebih terbuka dan luas permukaannya menjadi lebih luas setelah mengalami proses aktivasi.

Karbon aktif diaktivasi dengan dua cara yaitu aktivasi fisik dan aktivasi kimia. Aktivasi fisik yaitu pengaktifan karbon dengan dipanaskan pada suhu 800-1000°C dengan dialirkan uap air atau gas CO<sub>2</sub>. Aktivasi kimia yaitu aktivasi dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang dilakukan dengan cara karbon direndam dalam larutan kimia, seperti ZnCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, AlCl<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, KOH, KMNO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan lain-lain (Nasrun dkk., 2017). Diantara kedua aktivasi karbon maka aktivasi kimia memiliki beberapa kelebihan diantaranya disebut sebagai metode satu langkah tahap sehingga lebih efisien waktu, kemudian suhu yang digunakan saat proses aktivasi terbilang cukup rendah dibanding dengan aktivasi fisik, yang terakhir penambahan bahan kimia yang memiliki kemampuan sebagai *hydrating agent* dapat memperbaiki pori di dalam struktur karbon (Suhendra & Gunawan, 2010).

Adsorben memiliki kekurangan bahwa seiring bertambahnya waktu adsorpsi kemampuan adsorben untuk menyerap semakin menurun. Adsorben telah mencapai titik jenuh dan tidak dapat menyerap dengan optimal. Hal ini disebabkan semakin lama waktu adsorpsi maka semakin banyak adsorbat mengisi pori-pori adsorben (Pardede & Mularen, 2020).

Indonesia merupakan penghasil limbah tempurung kelapa yang cukup melimpah. Tempurung kelapa memiliki struktur kayu yang keras. Tempurung kelapa tersusun atas lignin, selulosa dan hemiselulosa. Tempurung kelapa memiliki



kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar enam sampai sembilan persen (dihitung berdasarkan berat kering) oleh sebab itu tempurung kelapa berpotensi untuk diolah menjadi karbon aktif sebagai upaya mengurangi limbah tempurung kelapa agar menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat (Lestari dkk., 2017).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka telah dilakukan penelitian pemurnian minyak goreng bekas menggunakan adsorben karbon aktif dari tempurung kelapa. Tempurung kelapa yang digunakan terlebih dahulu diubah menjadi karbon kemudian diaktivasi menggunakan aktivator  $H_3PO_4$ . Penggunaan aktivator  $H_3PO_4$  dapat meningkatkan luas permukaan karbon aktif serta mampu membersihkan senyawa pengotor yang terkandung di dalam adsorben.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji proses pemurnian minyak sebagai upaya pemanfaatan dan efisiensi minyak bekas. Kebaruan penelitian ini terletak pada kedalaman kajian dalam proses pemurnian dimana mempelajari waktu kontak adsorben karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi  $H_3PO_4$ . Untuk mendapatkan hasil adsorpsi yang optimum telah dilakukan variasi waktu kontak adsorpsi selama 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Parameter uji yang digunakan untuk menentukan kualitas minyak proses pemurnian menggunakan metode adsorpsi adalah dengan menurunkan nilai asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air yang disesuaikan dengan parameter kualitas minyak berdasarkan SNI No 7709:2019.

## **B. Batasan Masalah**

Beberapa batasan masalah yang diambil dari ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Karakterisasi karbon tempurung kelapa sebelum diaktivasi dan sesudah diaktivasi meliputi uji kadar air, uji kadar abu, uji bagian mudah menguap, uji kadar karbon terikat.
2. Waktu kontak adsorpsi minyak goreng bekas menggunakan karbon aktif adalah adalah 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.
3. Parameter kualitas minyak hasil adsorpsi ditentukan berdasarkan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air.

### C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik karbon tempurung kelapa sebelum diaktivasi dan sesudah diaktivasi yang meliputi uji kadar air, uji kadar abu, uji bagian mudah menguap, uji kadar karbon terikat?
2. Bagaimana pengaruh waktu adsorpsi minyak goreng bekas pada adsorben karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi  $H_3PO_4$  terhadap kemampuannya dalam menurunkan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air?
3. Bagaimana parameter kualitas minyak yaitu asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air hasil adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi  $H_3PO_4$ ?

### D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengkaji karakteristik dari karbon tempurung kelapa sebelum diaktivasi dan sesudah diaktivasi dengan beberapa uji yang meliputi uji kadar air, uji kadar abu, uji bagian mudah menguap, uji kadar karbon terikat.
2. Mengkaji pengaruh waktu adsorpsi minyak goreng bekas pada adsorben karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi  $H_3PO_4$  terhadap kemampuannya dalam menurunkan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air.
3. Mengkaji parameter kualitas minyak yaitu asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air hasil adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi  $H_3PO_4$ .

### E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemurnian minyak goreng bekas dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kelapa teraktivasi  $H_3PO_4$ .



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karbon aktif yang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan menggunakan  $H_3PO_4$  memiliki kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon* yang lebih baik disbanding karbon tempurung kelapa tanpa aktivasi.
2. Hasil identifikasi dengan spektrofotometer *Forier Transform Infra-Red* (FTIR) menunjukkan bahwa karbon tempurung kelapa sebelum dan sesudah aktivasi memiliki spektrum gelombang yang hampir sama. Namun,
3. Pada analisis asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak, penurunan terbesar terjadi pada adsorpsi dengan karbon aktif selama 60 menit nilainya sebesar 1,0413% dan 5,3801 mek  $O_2/kg$  namun pada analisis kadar air pada minyak, penurunan kadar terbesar terjadi pada adsorpsi dengan karbon aktif selama 120 menit dengan nilai sebesar 0,1817%.
4. Minyak hasil adsorpsi memiliki kadar asam lemak bebas dan kadar air yang belum memenuhi nilai SNI namun untuk kadar bilangan peroksida nilainya telah memenuhi nilai SNI.

#### **B. Saran**

Diharapkan adanya penelitian lain pembuatan karbon aktif dengan bahan lain dan aktivator yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, L., Aziz, I., Nurbayti, S., & Oktaviana, C. O. (2016). Pembuatan Biodiesel dengan Cara Adsorpsi dan Transesterifikasi Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(1), 71-80.
- Aisyah, I. (2019). *Multimanfaat Arang Dan Asap Cair Limbah Biomasa*. Sleman: Deepublish.
- Aisyah, S., Yulianto, E., & Fasya, A. (2010). PENURUNAN ANGKA PEROKSIDA DAN ASAM LEMAK BEBAS (FFA) PADA PROSES Bleaching MINYAK GORENG BEKAS OLEH KARBON AKTIF POLONG BUAH KELOR (*Moringa Oliefera*. Lamk) DENGAN AKTIVASI NaCl. *ALCHEMY*, 1(2), 93-103.
- Angga, T., & Maslan. (2020). Analisis Penambahan Kunyit (*Curcuma longa* L) Terhadap Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Goreng Kelapa. *PATANI (Pengembangan Teknologi Pertanian dan Informatika)*, 1(1), 26-33.
- Anggraeni, I., & Yuliana, L. (2015). *Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) dengan Menggunakan Aktivator Seng Klorida ( $ZnCl_2$ ) dan Natrium Karbonat ( $Na_2CO_3$ )*. Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA.
- Apria, W., Sitorus, Berlian, & Afghani, J. (2013). Karbon Aktif dari Limbah Cangkang Sawit Sebagai Adsorben Gas dalam Biogas Hasil Fermentasi Anaerobi Sampah Organik. *Jurnal Kimia*, 2(1), 30-33.
- Astuti, W., Handayani, A. H., & Wulandari, D. A. (2018). Adsorpsi Methyl Violet oleh Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $ZnCl_2$  Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 13(2), 189-199.
- Bansal, R., & Goyal, M. (2005). *Activated Carbon Adsorption*. Boca Raton: CRC Press.
- Bapa, Y., & Botahala, L. (2019). Effect Of The Contact Time Of Candlenut Shell Charcoal And  $H_3PO_4$  Activator As On The Purification Process Of Used Cooking Oil. *Indonesia Chimica Acta*, 12(2), 104-110.
- Diao, Y., Walawender, W., & Fan, L. (2002). Activated Carbons Prepared from Phosphoric Acid Activation of Grain Sorghum. *Bioresour Technol*, 81(1), 45-52.
- Efiyanti, L., Wati, S., & Maslahat, M. (2020). Pembuatan dan Analisis Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Proses Kimia dan Fisika. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 14(1), 94-108.
- Esterlita, M., & Herlina, N. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN AKTIVATOR  $ZnCl_2$ , KOH, DAN  $H_3PO_4$  DALAM PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH AREN ( *Arenga Pinnata* ). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 47-52.
- Faradilla, R., Fyka, S., Putri, N., & Padangaran, N. (2020). Pembangunan Pertanian dan Pangan Berkelanjutan di Era Disrupsi. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*. Bandar Lampung: UHO EDU Press.

- Fauzi, R., & Rahmayanti, M. (2020). Optimasi Ph Dan Waktu Reaksi Adsorpsi Indigosol Blue O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit (Ha/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). *Analit*, 5(2), 135-142.
- Ferdinan, A., Justicia, A., & Andhika. (2017). Penurunan Bilangan Peroksida dengan kulit pisang kepok ( Musa normalis L ). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2(1), 117-121.
- Fernianti, D., Mardwita, & Suryati, L. (2017). PENGARUH JENIS DETERGEN DAN RASIO PENGECERAN TERHADAP PROSES PENYERAPAN SURFAKTAN DALAM LIMBAH DETERGEN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI AMPAS TEH. *Distilasi*, 2(2), 10-14.
- Hadihah, F., Meliasari, T., & Heryanto. (2017). Pemurnian Minyak Jelantah dengan Menggunakan Adsorben Serbuk Biji Kelor Tanpa Karbonisasi dan Bentonit. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(1), 27-36.
- Hambali, E., Mujdalifah, S., Halomoan, A., Tambunan, Patiiwiri, A., & Hendroko, R. (2007). *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Herlandien, Y. I. (2013). *PEMANFAATAN ARANG AKTIF SEBAGAI ABSORBAN LOGAM BERAT DALAM AIR LINDI DI TPA PAKUSARI JEMBER*. SKRIPSI, UNIVERSITAS JEMBER, JURUSAN KIMIA.
- Husin, A., & Hasibuan, A. (2020). Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan Waktu Perendaman Karbon terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Kulit Durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(2), 80-86.
- Hutapea, H., Sembiring, Y., & Ahmadi, P. (2021). Uji Kualitas Minyak Goreng Curah yang dijual di Pasar Tradisional Surakarta dengan Penentuan Kadar Air, Bilangan Asam dan Bilangan Peroksida. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 3(1), 6-11.
- Ihwan, Fadlia, & Anam, S. (2019). Mutu Minyak Jelantah dengan Adsorben Biji Salak ( Salacca zalacca ( Gaertn .) Voss ) Menggunakan Parameter Bilangan Peroksida dan Asam Lemak Bebas. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 5(2), 124-131.
- Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Kurniasih, E. (2020). *Merancang Energi Masa Depan dengan Biodiesel*. Yogyakarta: ANDI.
- Kurniasih, E., Pardi, & Raudah. (2020). *Teaching Factory*. Yogyakarta: ANDI.
- Kurniati, E. (2008). PEMANFAATAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI ARANG AKTIF. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 8(2), 96-103.
- Kusumaningtyas, R., Qudus, N., Putri, R., & Kusumawardani, R. (2019). Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Minyak Goreng Bekas Menjadi Sabun Cuci Piring Untuk Pengendalian Pencemaran Dan Pemberdayaan Masyarakat. *Jurnal Abdimas*, 22(2), 201-208.
- Laili, N. N., Aji, M. P., & Sulhadi. (2017). ANALISIS SIFAT ADSORPSI KARBON AKTIF KAYU DAN TEMPURUNG KELAPA PADA LIMBAH CAIR BATIK DI KOTA PEKALONGAN. 6, pp. 88-92. Semarang: UNS.
- Lapailaka, T., Besituba, N., & Cunha, T. (2018). PEMANFAATAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KENARI (CANARIUM VULGARE LEENH)

- SEBAGAI ADSORBEN PADA MINYAK JELANTAH. *e-Journal Universitas Tribuana Kalabahi*, 1(1), 199-210.
- Lestari, K., Ratnani, R., Suwardiyono, & Kholis, N. (2017). Pengaruh waktu dan suhu pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai upaya pemanfaatan limbah dengan suhu tinggi secara pirolisis. *J. Inovasi Teknik Kimia*, 2(1), 32-38.
- Lestari, R., Sari, D., Rosmadiana, A., & Dwiper mata, B. (2016). Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dengan Aktivator Asam Fosfat Serta Aplikasinya Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Teknika*, 12(3), 419-430.
- Ma'rifah, Jamaluddin, Yuyun, Y., & widodo, A. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN AKTIVATOR DALAM PEMBUATAN KARBON AKTIF AMPAS TAHU SEBAGAI ADSORBEN MINYAK JELANTAH. *KOVALEN*, 4(1), 88-97.
- Marsh, H., & Reinoso, F. (2006). *Activated Carbon*. London: Elsevier Science.
- Maulana, G., Agustina, L., & Susi. (2017). PROSES AKTIVASI ARANG AKTIF DARI CANGKANG KEMIRI (*Aleurites moluccana*) DENGAN VARIASI JENIS DAN KONSENTRASI AKTIVATOR KIMIA. *ZIRAA'AH*, 42(3), 247-256.
- Miranti, S. T. (2012). *Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu dengan Metode Aktivasi Terkontrol Menggunakan Activating Agent H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH*. SKRIPSI, Universitas Indonesia, Teknik Kimia.
- Mistar, E. M., Sara, T., & Alfatah, T. (2017). Pengaruh Laju Alir Terhadap Kinetika Adsorpsi Methylene Blue dengan. *Jurnal Serambi Engineering*, 1(2), 103-108.
- Muchlisriyah, J., Laeliocattleya, R., & Putri, W. (2017). *KIMIA FISIK PANGAN*. Malang: UB Press.
- Muhammad, H., Nikmah, F., Hidayah, N., & Haqiqi, A. (2020). Arang Aktif Kayu *Leucaena Leucocephala* sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas Pakai (Minyak Jelantah). *Physics Education Research Journal*, 2(2), 123-130.
- Nasrun, D., Samangun, T., Iskandar, I., & Ma'sum, Z. (2017). Pemurnian minyak jelantah menggunakan arang aktif dari sekam padi. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 1(2).
- Nst, Z., Napitupulu, Y., & Silalahi, C. (2020). Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Adsorben Karbon Aktif Arang Dari Tempurung Kelapa Yang Diaktivasi Dengan HCl. *Herbal Medicine Journal*, 3(1), 1-5.
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, R., & Caesarina, N. (2015). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas Dan Bilangan Peroksida Pada Minyak Goreng Yang Digunakan Pedagang Gorengan Di Jl. a.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1), 25-30.
- Nurhayati, I., Sutrisno, J., & Zainudin, M. (2018). Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu Dan Fungsinya Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Laboratorium. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 16(1), 62-71.



- Nurhidayanti, N., Ardiatma, D., & Anggriawan, B. (2020). PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG. *PELITA TEKNOLOGI*, 15(1), 68-76.
- Nurlia, Asfar, A., Asfar, A., Ridwan, M., Nurwahyuni, & Rahayu, A. (2020). *Mix Sekam Padi, Bonggol Jagung dan Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Alami*. Jawa Barat: CV Jejak.
- Octarya, Z., & Fernando, A. (2016). PENINGKATAN KUALITAS MINYAK GORENG BEKAS DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN ARANG AKTIF DARI AMPAS TEBU YANG DIAKTIVASI DENGAN NaCl. *Photon*, 6(2), 139-148.
- Oko, S., Mustafa, Kurniawan, A., & Muslimin, N. (2020). PEMURNIAN MINYAK JELANTAH DENGAN METODE ADSORBSI MENGGUNAKAN ARANG AKTIF DARI SERBUK GERGAJI KAYU ULIN (*Eusideroxylon zwageri*). *JURNAL RISET TEKNOLOGI INDUSTRI*, 14(2), 124-132.
- Oko, S., Mustafa, Kurniawan, A., & Norfitria, L. (2021). Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Plastik PET ( Polyethylene terephthalate ) Menggunakan Aktivator KOH. *Metana*, 17(2), 61-68.
- Pardede, E., & Mularen, A. (2020). Pemurnian minyak jelantah menggunakan adsorben berbasis cangkang telur. *Atmosphere*, 1(1), 8-16.
- Permana, E., Cristine, I., Murti, S., & Yanti, F. (2020). PREPARASI DAN KARAKTERISASI KATALIS Cu/ZnO DENGAN SUPPORT KARBON AKTIF MENGGUNAKAN AKTIVATOR H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> DAN ZnCl<sub>2</sub>. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 6-15.
- Polii, F. (2016). Pemurnian Minyak Kelapa Dari Kopra Asap Dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dan Bentonit. *Jurnal Riset Industri*, 10(3), 115-124.
- Pujiarti, R., & Sutapa, J. (2005). Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni ( *Swietenia macrophylla King* ) sebagai Bahan Penjernih Air. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 3(2), 33-38.
- Rahayu, I., Prabowo, S., & Emmawati, A. (2019). Optimasi Suhu Dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang Aktif Dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Normalis*) Untuk Pemurnian Minyak Jelantah Ayam Goreng Tepung. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian 2019 Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman : “ Tantangan dan Peluang Menuju Pertanian Berkelanjutan “* (pp. 211-219). Balikpapan: Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.
- Ramdja, A., Halim, M., & Handi, J. (2008). PEMBUATAN KARBON AKTIF. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 1-8.
- Rengga, W. (2020). *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*. Yogyakarta: CV BUDI UTAMA.
- Sagita, N., Aprilia, H., & Arumsari, A. (2020). Penggunaan Karbon Aktif Tempurung Pala ( *Myristica fragrans Houtt* ) Sebagai Adsorben untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai. *Prosiding Farmasi*, 6(1), 74-80.
- Sahara, E., Permatasari, D., & Suarsa, I. (2019). PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG LIMBAH

- TANAMAN GUMITIR DENGAN AKTIVATOR  $ZnCl_2$ . *Jurnal Kimia*, 13(1), 95-103.
- Sari, R., & Kembaren, A. (2019). Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu dalam Mereduksi Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) untuk Pemurnian Minyak Jelantah sebagai Biodiesel. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 2(1), 293-296.
- Setyawan, M., Wardani, S., & Kusumastuti, E. (2018). Arang Kulit Kacang Tanah Teraktivasi  $H_3PO_4$  sebagai Adsorben Ion Logam  $Cu(II)$  dan Diimobilisasi dalam Bata Beton. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 262-269.
- Shreve, R., & Brink, J. (1977). *Chemical Process Industries*. New York: McGraw-Hill.
- Sirajuddin, Harjanto, & Trijuniarti, P. (2019). Karakteristik Arang Aktif Dari Limbah Mahkota Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr) Menggunakan Aktivator Kimia  $H_3PO_4$ . *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 22-27.
- Siregar, Y., Heryanto, R., Riyadhi, A., Lestari, T., & Nurlela. (2015). Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(2), 103-116.
- Sopianti, D., Herlina, & Saputra, H. (2017). PENETAPAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK GORENG. *Journal of Physical Chemistry*, 2(2), 100-105.
- Sudrajat. (1994). *Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*. Bogor: Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutan.
- Suhendra, D., & Gunawan, E. (2010). AKTIVATOR ASAM SULFAT DAN PENGGUNAANNYA PADA PENJERAPAN ION TEMBAGA ( II ). *MAKARA, SAINS*, 14(1), 22-26.
- Suparno, O., Kartika, I., & Muslich. (2013). *SAINS DAN TEKNOLOGI PROSES PRODUKSI MINYAK/LEMAK DAN KUIT SAMOA (CHAMOIS LEATHER)*. Bogor: IPB Press.
- Suraso, A. (2013). Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida , Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 3(2), 77-88.
- Susmanto, P., Yandriani, & Dila, A. P. (2020). Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jemputan. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 4(2), 77-87.
- Susmanto, P., Yandriani, Dila , A. P., & Pratiwi, D. (2020). Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jemputan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 4(2), 77-87.
- Syamsuri, Yulfiah, Basuki, M., Budianto, A., Lukmandono, Widjajanti, W., . . . Suparjo. (2020). *Pengembangan Teknologi Terapan berwawasan Lingkungan Menjawab Tantangan Industri 4.0*. Malang: Ma Chung Press.
- Tarigan, J., & Simatupang, D. (2013). UJI KUALITAS MINYAK GORENG BEKAS PAKAI DENGAN PENENTUAN BILANGAN ASAM , BILANGAN PEROKSIDA DAN. *READY STAR*, 6-10.

- Veryana, Paputungan, M., & Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), 67-75.
- Wibowo, S., Syafi, W., & Pari, G. (2011). Karakterisasi permukaan arang aktif tempurung biji nyamplung. *Makara Teknologi*, 15(1), 17-24.
- Wijayanti, E., Nora, H., & Amelia, R. (2012). Pemanfaatan arang aktif dari serbuk gergaji kayu ulin untuk meningkatkan kualitas minyak goreng bekas 1). *Konversi*, 1(1), 26-32.
- Williamson, L., Aranoff, L. S., Broadbent, M., Pearseon, D., Pinkert, D., & Johanson, D. (2013). *Certain Activated Carbon from China*. Washington DC: U.S. International Trade Commission.
- Yang, R. (2003). *ADSORBENTS: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Yeniza, & Asmara, A. (2019). PENENTUAN BILANGAN PEROKSIDA MINYAK RBD ( REFINED BLEACHED DEODORIZED ) OLEIN PT . PHPO DENGAN METODE TITRASI IODOMETRI. *AMINA*, 1(2), 79-83.
- Yoel, P. (2020). *BIODIESEL DARI ASAM LEMAK BER CABANG*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Yuniarti, D. P. (2015). ADSORPSI KARBON AKTIF DARI TONGKOL JAGUNG SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Cu<sup>2+</sup>. *TEKNIKA*, 2(1), 24-18.
- Yustinah, Rahayu, R., & Cardosh, R. (2014). PENGARUH MASSA BIO ADSORBEN DARI ECENG GONDOK PADA PROSES PEMURNIAN MINYAK SAWIT MENTAH (CPO). *Seminar Nasional dan Teknologi 2014 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta* (pp. 1-5). Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.