

PEMANFAATAN KULIT ARI KEDELAI SEBAGAI ADSORBEN ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH

Dheyana Dwi Kartikasari, Dyah Nur Afia, Wianthi Septia Witasari, Mufid

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
dheyanasari45@gmail.com ; [wianthi_sw@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Penggunaan minyak jelantah secara berulang berdampak buruk bagi kesehatan karena memiliki kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) yang melebihi standar SNI 7709:2019 (kualitas minyak goreng sawit). Kadar FFA minyak jelantah dalam penelitian ini sebesar 0,82%. Berdasarkan permasalahan tersebut, solusi yang dapat dilakukan adalah regenerasi minyak dengan metode adsorpsi. Adsorpsi kali ini menggunakan adsorben dari limbah kulit ari kedelai. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas adsorben kulit ari kedelai dalam menurunkan FFA pada minyak jelantah dalam kurun waktu kontak yang ditentukan. Kulit ari kedelai diserbukkan hingga berukuran 70 mesh. Kulit ari kedelai ditambahkan ke minyak jelantah dengan takaran 15 gram untuk 100 ml minyak jelantah dengan variasi waktu kontak 2x12 jam, 3x12 jam, 4x12 jam, dan 5x12 jam di tiap wadah yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa kadar FFA justru meningkat pada waktu kontak 2x12 jam sampai 4x12 jam. Namun, semakin lama perendaman, kadar FFA semakin menurun. Waktu kontak 5x12 jam merupakan waktu terbaik dalam mengadsorb FFA karena dapat menurunkan kadar FFA dari 0,82% menjadi 0,66%, menaikkan kadar air minyak sebanyak 0,002%, dan menyerap warna minyak jelantah yang awalnya hitam kecoklatan menjadi coklat. Dengan ini, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah sesuai literatur yang menyatakan bahwa semakin lama waktu bersinggungan adsorben dan adsorbat maka penyerapan adsorbat makin banyak. Namun, belum bisa menurunkan kadar FFA hingga sesuai SNI 7709:2019. Maka dari itu, perlu penelitian lanjutan terkait aktivasi adsorben yang tepat agar adsorben dapat mengadsorb FFA secara optimal.

Kata kunci: Adsorben, Adsorpsi, FFA, Kulit Ari Kedelai, Minyak Jelantah

ABSTRACT

The repeated use of used cooking oil has a bad impact on health because it contains FFA (Free Fatty Acid) which exceeds the SNI 7709:2019 standard (palm cooking oil quality). The FFA content of used cooking oil in this study was 0.82%. Based on these problems, the solution that can be done is oil regeneration by adsorption method. Adsorption this time uses adsorbents from soy epidermis waste. Thus, this study aims to determine the effectiveness of soybean epidermis adsorbent in reducing FFA in used cooking oil within the specified soaking period. The soybean epidermis is pollinated to a size of 70 mesh. Soybean epidermis were added to used cooking oil at a dose of 15 grams for 100 ml of used cooking oil with variations in contact times of 2x12 hours, 3x12 hours, 4x12 hours, and 5x12 hours in each different container. The results showed that FFA levels actually increased at contact times of 2x12 hours to 4x12 hours. However, the longer the soaking, the more FFA levels decrease. The contact time of 5x12 hours is the best time to adsorb FFA because it can reduce FFA levels from 0.82% to 0.66%, increase the oil moisture content by 0.002%, and absorb the color of used cooking oil which was originally brownish black to brown. With this, it can be concluded that this study has been in accordance with the literature which states that the longer the time of intersecting adsorbents and adsorbates, the more absorption of adsorbates. However, it has not been able to reduce FFA levels until according to SNI 7709:2019. Therefore, further research is needed related to the activation of the right adsorbent so that the adsorbent can adsorb FFA optimally.

Keywords: Adsorbent, Adsorption, FFA, Soybean Epidermis, Used Cooking Oil

1. PENDAHULUAN

Pemakaian minyak goreng yang berulang di kalangan para pedagang makanan semakin meningkat. Hal ini dapat meningkatkan risiko pada kesehatan karena kualitas minyak goreng yang rendah. Kualitas minyak goreng yang rendah disebabkan oleh kandungan *Free Fatty Acid* (FFA) dalam minyak yang tinggi. Adapun solusi untuk meningkatkan kualitas minyak bekas penggorengan (minyak jelantah) agar dapat dimanfaatkan kembali adalah dengan regenerasi minyak. Proses regenerasi minyak jelantah dapat dilakukan dengan metode adsorpsi karena termasuk metode yang efektif dan ekonomis.

Metode adsorpsi merupakan metode yang menggunakan adsorben sebagai penyerap komponen tertentu. Adsorben memiliki definisi sebagai zat padat yang mampu mengadsorpsi komponen tertentu dari suatu fase gas maupun cair [1]. Pemilihan adsorben didasarkan pada segi ekonomis bahan. Untuk mendapatkan adsorben yang relatif murah dapat digunakan adsorben dari limbah, khususnya limbah pertanian atau limbah biomassa [2]. Hal ini didukung oleh penelitian terdahulu yang memanfaatkan limbah pertanian sebagai adsorben untuk mengadsorpsi minyak jelantah. Penelitian Hidayati dkk (2016) memanfaatkan arang bonggol jagung untuk pemurnian minyak jelantah dengan persentase penurunan FFA sebesar 57,41% [3], Wahjuni & Kostradiyanti (2008) meneliti penurunan angka peroksida minyak kelapa tradisional dengan memanfaatkan adsorben dari arang aktif sekam padi IR 64 yang diaktifasi menggunakan larutan KOH mendapatkan hasil penurunan angka peroksida sampai 79,20% [4], Wulandari & Dewi (2018) memanfaatkan adsorben berbahan baku selulosa ampas tebu pada minyak jelantah memperoleh hasil penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida berturut-turut mencapai 52,31% dan 68,36% dengan kenaikan kadar air 45,29% [5]. Bahan lainnya yang dimanfaatkan sebagai adsorben adalah buah mengkudu yang dapat menurunkan FFA dan bilangan peroksida minyak jelantah berturut-turut sebesar 66,67% dan 93,33% [6] dan adsorben biji salak yang mampu menurunkan kadar FFA & bilangan peroksida berturut-turut sebesar 74,14% dan 56,18% [7]. Adapun kriteria lain dari pemilihan adsorben menurut Safira & Prayitno (2022) yaitu jenis adsorben yang luas permukaannya besar meskipun digunakan dalam jumlah sedikit, dan dapat digunakan berulang ulang [8].

Dalam penelitian ini, peneliti bermaksud mengembangkan limbah kulit ari kedelai sebagai adsorben FFA dalam minyak jelantah karena memiliki kadar selulosa tinggi. Secara teoritis, kulit ari kedelai mengandung berat kering selulosa sebesar 42%, hemiselulosa 16%, dan lignin 2%. Kadar selulosa yang tinggi ini dapat difungsikan sebagai penjernih minyak jelantah. Hal ini dapat terjadi karena jika ditinjau dari strukturnya, selulosa berpotensi menjadi adsorben karena gugus -OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus -OH, pada selulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut. Dengan demikian, selulosa lebih kuat menjerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar. Berdasarkan data-data yang telah diperoleh, diharapkan adsorben kulit ari kedelai dapat lebih menurunkan kadar FFA pada minyak jelantah. Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas adsorben kulit ari kedelai ukuran 70 mesh dalam menurunkan kadar FFA pada minyak jelantah dalam kurun waktu kontak yang ditentukan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah adalah eksperimen yang dilakukan melalui 3 (tiga) tahapan, yaitu penyiapan kulit ari kedelai, proses adsorpsi FFA pada minyak, dan penentuan kualitas minyak goreng. Adapun variabel bebas yang digunakan berupa lama perendaman adsorben (2x12 jam, 3x12 jam, 4x12 jam, dan 5x12 jam). Ukuran partikel adsorben yang digunakan yaitu 70 mesh.-Minyak jelantah yang telah melalui proses adsorpsi dianalisis kadar FFA dan kadar airnya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7709:2019.

2.1 Penyiapan Kulit Ari Kedelai

Kulit ari kedelai diambil dari limbah produsen kedelai di daerah Malang, Jawa Timur. Kulit ari kedelai dikeringkan di bawah sinar matahari lalu digiling sampai berbentuk bubuk halus. Kemudian, diayak menggunakan *screening* berukuran 70 mesh.

2.2 Proses Adsorpsi FFA pada Minyak Jelantah

Minyak jelantah disiapkan sebanyak 100 mL. Kemudian, kulit ari kedelai yang telah diayak dengan *screening* 70 mesh dimasukkan ke dalam sampel minyak jelantah lalu direndam selama 2x12 jam, 3x12 jam, 4x12 jam, dan 5x12 jam. Setelah itu, filtrat hasil penyaringan dianalisis kadar air dan FFA mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7709:2019 berturut-turut maksimum 0,1% dan 0,3%.

2.3 Penentuan Kualitas Minyak Goreng

Penentuan kualitas minyak goreng dilakukan melalui 2 (dua) uji yaitu uji kadar air dan FFA yang didasarkan pada SNI 7709:2019.

2.3.1 Pengujian Kadar Air

Kadar air dan bahan menguap dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam oven pada suhu $(130\pm 1)^{\circ}\text{C}$. Cawan porselen dan tutupnya dipanaskan dalam oven suhu $(130\pm 1)^{\circ}\text{C}$ selama ± 30 menit lalu didinginkan dalam desikator $\pm 20-30$ menit kemudian ditimbang (W_0). Setelah itu, sebanyak 2 g sampel dimasukan ke dalam cawan, ditutup, dan ditimbang (W_1). Sampel dalam cawan dipanaskan pada suhu $(130\pm 1)^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit setelah suhu oven $(130\pm 1)^{\circ}\text{C}$, sampel dalam keadaan terbuka dengan tutup pinggan diletakkan di sampingnya. Setelah proses pemanasan, cawan ditutup saat di dalam oven lalu segera dimasukkan ke desikator $\pm 20-30$ menit sampai suhu kamar, kemudian ditimbang (W_2). Uji dilakukan sampai massanya konstan dan dilakukan ± 2 kali pengulangan (duplo) dengan hasil maksimum 10% dari rata-rata uji.

2.3.2 Pengujian Kadar FFA

Pengujian FFA diawali dengan menimbang 10-50 g sampel (W). Sampel dilarutkan dengan etanol hangat sebanyak 50 mL lalu ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 5 tetes. Kemudian, dilakukan titrasi sampel dengan larutan KOH atau NaOH 0,1 N sampai warna merah muda timbul selama ± 30 detik. Volume larutan KOH atau NaOH yang diperlukan dicatat (V). Uji ini dilakukan ± 2 kali pengulangan (duplo) dengan maksimum 10% dari nilai rata-rata uji (sebagai asam palmitat).

2.4 Variabel Percobaan

Adapun variabel percobaan dari penelitian Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah sebagai berikut:

2.4.1 Variabel Bebas

1. Lama perendaman adsorben: 2x12 jam, 3x12 jam, 4x12 jam, dan 5x12 jam

2.4.2 Variabel Tetap

1. Ukuran partikel adsorben 70 mesh
2. Massa adsorben 15 gram
3. Jumlah minyak 100 ml
4. Jenis minyak jelantah adalah minyak kelapa sawit bekas penggorengan tahu

2.4.3 Variabel Terikat

1. Analisa kadar air (%)
2. Analisa kadar FFA (%)

2.5 Teknik Pengumpulan dan Analisa Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan melakukan eksperimen dalam laboratorium. Kulit ari kedelai dianalisis kadar selulosanya menggunakan metode gravimetri. Kulit ari kedelai dikecilkan ukurannya menjadi 70 mesh. Untuk minyak jelantah yang akan diadsorpsi, dilakukan pengukuran kadar FFA terlebih dahulu. Pengukuran ini sesuai dengan metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Kemudian, dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben kulit ari kedelai ukuran 70 mesh dengan lama perendaman dalam adsorben 2x12 jam, 3x12 jam, 4x12 jam dan 5x12 jam. Setelah itu, dilakukan pengukuran kadar FFA kembali. Berikut merupakan susunan kombinasi perlakuannya:

Tabel 1. Susunan kombinasi perlakuan

Jenis Adsorben (a)	Lama Perendaman Adsorben (t)			
	t ₁ = 2x12 jam	t ₂ = 3x12 jam	t ₃ = 4x12 jam	t ₄ = 5x12 jam
a = kulit ari kedelai 70 mesh	at ₁	at ₂	at ₃	at ₄

2.5.1 Kadar FFA (%)

Berdasarkan SNI 7709:2019 [9], perhitungan analisis kadar FFA sebagai berikut

$$ALB = \frac{25,6 \times V \times N}{W}$$

Keterangan:

- ALB : Asam lemak bebas sebagai palmitat
 V : volume larutan KOH atau NaOH yg diperlukan (mL)
 N : normalitas larutan KOH atau NaOH (N)
 W : bobot contoh uji (g)

2.5.2 Kadar Air (%)

Berdasarkan SNI 7709:2019 [9], perhitungan analisis kadar air sebagai berikut

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan:

- W₀ : bobot cawan porselen kosong dan tutupnya (g)
 W₁ : bobot cawan porselen, tutupnya, dan contoh sebelum dikeringkan (g)
 W₂ : bobot cawan porselen, tutupnya, dan contoh setelah dikeringkan (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

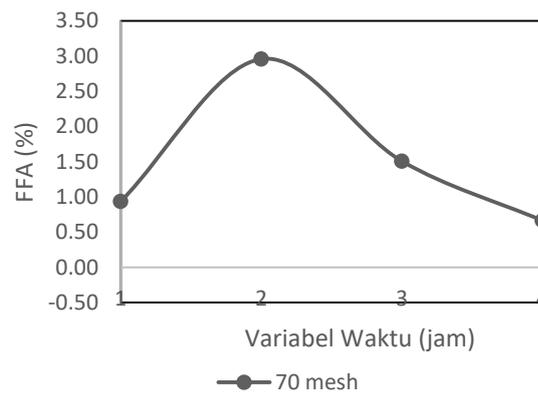
Kulit ari kedelai yang diaplikasikan sebagai adsorben, secara eksperimen mengandung selulosa sebesar $39,64 \pm 0,03\%$. Sedangkan, secara teoritis mengandung bobot kering selulosa sebesar 42%, hemilosa 16%, dan lignin 2%. Kandungan selulosa secara eksperimen dan teoritis tidak jauh berbeda. Kandungan selulosa yang cukup banyak ini dapat dimanfaatkan untuk adsorben karena gugus -OH yang dapat berikatan dengan FFA. Ikatan ini diharapkan dapat menurunkan kandungan FFA pada minyak jelantah. Adapun karakteristik fisik dari sampel minyak jelantah yang akan diberi adsorben kulit ari kedelai adalah minyak bekas industri tahu goreng dengan warna hitam kecoklatan dan kekentalannya melebihi kekentalan minyak goreng pada umumnya.

Berdasarkan kutipan Lestari (2016), karakteristik penting yang harus dimiliki adsorben adalah ukuran partikel dan luas permukaan [10]. Ukuran partikel ini berkaitan dengan luas permukaan dimana semakin kecilnya ukuran partikel adsorben, maka luas permukaannya semakin tinggi. Sehingga, molekul yang teradsorp akan bertambah. Hal ini juga didukung oleh kutipan Miskah dkk (2018) dan Ramdja dkk (2010) yang menyatakan bahwa semakin besar luas permukaan partikel maka proses adsorpsi yang berlangsung akan semakin cepat [11] [12]. Berdasarkan grafik penentuan %FFA, adsorben kulit ari kedelai dengan ukuran 70 mesh efektif dalam mengadsorb FFA pada minyak jelantah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh ukuran molekul adsorbat yang berdiameter lebih besar daripada molekul adsorben. Pernyataan ini didasarkan pada teori molekul-molekul yang berdiameter lebih kecil atau sama dengan pori adsorben maka dapat terserap (teradsorp) [13]. Teori tersebut menunjukkan bahwa adsorben dengan diameter pori lebih kecil daripada diameter molekul-molekul adsorbat tidak mampu lagi menyerap adsorbat dalam jumlah banyak karena keseluruhan permukaan pori adsorben telah tertutup oleh adsorbat dalam jumlah sedikit.

Adapun hasil penelitian Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil analisa kadar asam lemak bebas (%FFA)

Variabel waktu perendaman	%FFA
Minyak jelantah tanpa adsorpsi	0,82
2x12 jam	0,93
3x12 jam	2,96
4x12 jam	1,51
5x12 jam	0,66



Gambar 1. Hasil analisa kadar FFA (%FFA)

Perhitungan %FFA tidak hanya dilakukan pada minyak hasil proses adsorpsi dengan lama perendaman yang telah ditetapkan. Perhitungan %FFA juga dilakukan pada minyak jelantah sebelum diberi adsorben. Adapun %FFA minyak jelantah yang tidak diberi adsorben sebesar 0,82%. Berdasarkan data-data tersebut, %FFA minyak setelah proses adsorpsi mengalami kenaikan dan penurunan. Kendala ini dapat terjadi karena beberapa faktor. Adapun faktor yang menyebabkan naiknya kadar FFA adalah kemurnian adsorben karena berpengaruh pada kemampuan adsorpsi yang lebih baik [10]. Maksud dari kemurnian adsorben ini adalah hanya selulosa kulit ari kedelai yang digunakan sebagai adsorben tanpa adanya kandungan lain. Jika ditinjau menurut Rohmawati dkk (2015), tepung kulit ari kedelai memiliki kandungan lemak kasar 3,04%, energi metabolis 3.060,48 Kkal/kg, protein kasar sebesar 14,45%, dan abu 3,15%, serat kasar 47,01% [14]. Sedangkan secara eksperimen, kulit ari kedelai mengandung selulosa sebesar $39,64 \pm 0,03\%$. Berdasarkan teori tersebut, kandungan lemak yang ada dalam adsorben kulit ari kedelai mengandung asam lemak pula, sehingga saat dilakukan penentuan kadar FFA persentasenya meningkat. Selain itu, kandungan protein yang ada dalam kulit ari kedelai dapat menjadi penyebab dari naiknya kadar FFA. Hal ini dapat terjadi karena sifat lipofilik protein yang mampu teradsorpsi pada interfisial minyak dengan mekanisme lipofilik yang berikatan pada sisi minyak [15].

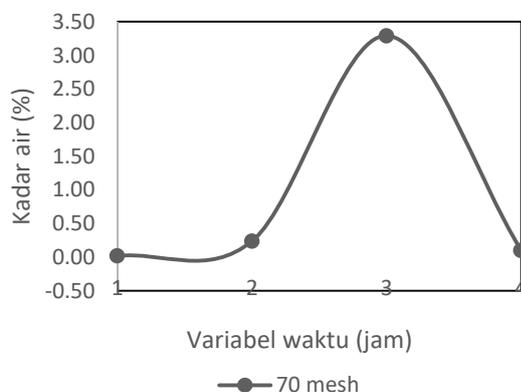
Berdasarkan parameter mutu minyak goreng sawit yang tercantum di SNI 7709:2019, minyak goreng dengan kadar asam lemak bebas (%FFA) maksimal 0,3% dinyatakan sebagai minyak goreng yang layak. Jika dikaitkan dengan data eksperimen, minyak hasil adsorpsi dengan adsorben kulit ari kedelai ukuran 70 mesh dengan waktu perendaman 5x12 jam memiliki kadar FFA sebesar 0,66%. Dalam hal ini, berarti minyak hasil adsorpsi tersebut masih belum layak untuk dipakai kembali.

Adapun hasil uji kadar air dan bahan menguap minyak hasil adsorpsi mengalami kenaikan dan penurunan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil analisa kadar air (% Kadar Air)

Variabel waktu perendaman	Kadar Air (%)
Minyak jelantah tanpa adsorpsi	0,10
2x12 jam	0,02

3x12 jam	0,24
4x12 jam	3,29
5x12 jam	0,10



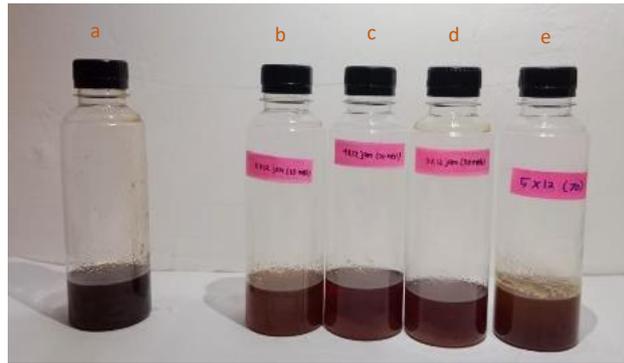
Gambar 2. Hasil penentuan kadar air dan bahan menguap

Faktor yang dapat menyebabkan hal ini terjadi yaitu karena adanya adsorben kulit ari kedelai yang memiliki banyak gugus -OH, sehingga semakin mudah membentuk molekul air pada minyak. Naik turunnya kadar air pada minyak hasil adsorpsi ini dapat terjadi karena kondisi *silica gel* pada desikator yang digunakan belum teraktivasi sehingga penyerapan uap panas pada sistem tidak dapat berjalan dengan sempurna, sehingga keadaan uap kemungkinan dapat kembali ke bahan yang menyebabkan naiknya kadar air pada minyak hasil adsorpsi. Adapun indikasi yang menunjukkan bahwa *silica gel* masih efektif adalah adanya warna biru pada butiran-butirannya.

Berdasarkan parameter mutu minyak goreng sawit yang tercantum pada SNI 7709:2019, minyak goreng dengan kadar air maksimal sebesar 0,1 dinyatakan sebagai minyak goreng yang layak. Jika dikaitkan dengan data eksperimen, minyak hasil adsorpsi dengan adsorben kulit ari kedelai ukuran 70 mesh dengan waktu perendaman 5x12 jam memiliki kadar air sebesar 0,10. Hal ini berarti kadar air minyak telah memenuhi parameter mutu SNI 7709:2019.

Minyak hasil adsorpsi dengan adsorben kulit ari kedelai ukuran 70 mesh memiliki warna coklat. Sedangkan, minyak jelantah sebelum mengalami proses adsorpsi memiliki warna hitam kecoklatan. Hal ini berarti sebelum dan sesudah proses adsorpsi, minyak mengalami perubahan dalam segi warna. Namun, perubahan warna ini belum memenuhi syarat mutu minyak goreng sehingga minyak hasil adsorpsi belum layak untuk digunakan kembali. Terjadinya *browning* pada minyak goreng karena adanya proses hidrolisis yang berakibat pada memendeknya rantai karbon dalam minyak. Peristiwa inilah yang menyebabkan minyak berwarna kecoklatan.

Gambar berikut menunjukkan bahwa setelah proses adsorpsi dengan adsorben kulit ari kedelai 70 mesh terjadi perubahan warna pada minyak, yang awalnya berwarna hitam kecoklatan menjadi coklat.



Gambar 3. Minyak hasil adsorpsi dengan adsorben kulit ari kedelai 70 mesh

Keterangan:

- a: minyak sebelum adsorpsi
- b: minyak sesudah adsorpsi (2x12 jam)
- c: minyak sesudah adsorpsi (3x12 jam)
- d: minyak sesudah adsorpsi (4x12 jam)
- e: minyak sesudah adsorpsi (5x12 jam)

Menurut Haili dkk (2021), *browning* yang terjadi pada minyak jelantah dapat dinetralsir dengan adanya gugus hidroksil. Hal ini bermaksud bahwa pigmen warna dalam adsorbat akan terserap oleh gugus hidroksil [16]. Gugus hidroksil ini terdapat pada adsorben kulit ari kedelai. Namun, perubahan warna yang terjadi belum memenuhi parameter mutu minyak goreng yang tercantum pada SNI 7709:2019 sehingga minyak hasil adsorpsi belum layak untuk digunakan kembali.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil menunjukkan bahwa adsorpsi dengan menggunakan kulit ari kedelai, kadar FFA justru meningkat. Namun, semakin lama perendaman kadar FFA semakin menurun. Waktu perendaman 5x12 jam merupakan waktu terbaik dalam mengadsorpsi FFA, dimana FFA minyak jelantah 0,82% menjadi 0,66%. Semakin lama waktu perendaman, nilai kadar air minyaknya meningkat. Adapun kadar air minyak hasil adsorpsi meningkat sebesar 0,002.

Penelitian ini telah sesuai dengan literatur bahwa makin lama waktu bersinggungan adsorben dan adsorbat, maka penyerapan adsorbat makin banyak. Namun, adsorben kulit ari kedelai tidak cukup efektif dalam menurunkan kadar FFA pada minyak jelantah. Meskipun, minyak hasil adsorpsi selama 5x12 jam mengalami penurunan kadar FFA. Selama perendaman masih terdapat kenaikan kadar FFA yang dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein pada kulit ari kedelai. Selain itu, kemurnian adsorben juga menjadi karakteristik utama yang menyebabkan tidak efektifnya proses adsorpsi. Perendaman adsorben kulit ari kedelai ukuran 70 mesh mampu menurunkan kadar FFA sebesar 19,51%.

Untuk itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait aktivasi pada adsorben dan jenis aktivasi yang tepat untuk kulit ari kedelai agar adsorben yang digunakan dapat mengadsorb kadar FFA secara optimal.

REFERENSI

- [1] A. Ilmanafia dan H. P. Sudarminto, "Pemanfaatan Adsorben Arang Aktif Bonggol Jagung untuk Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Pengolahan Rumput Laut," *Distilat*, vol. 8, no. 4, hal. 909–913, 2022.
- [2] D. I. C. Nisa' dan A. Takwanto, "Pemanfaatan Bonggol Jagung sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Metode Aktivasi Mechanochemical," *Distilat*, vol. 8, no. 4, hal. 841–849, 2022.
- [3] F. C. Hidayati, M. Masturi, dan I. Yulianti, "Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai (Jelantah) dengan Menggunakan Arang Bonggol Jagung," *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, vol. 1, no. 2, hal. 67–70, 2016.
- [4] S. Wahyuni dan B. Kostradiyanti, "Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional dengan Adsorben Arang Sekam Padi IR 64 yang Diaktifkan dengan Kalium Hidroksida," *Jurnal Kimia*, vol. 2, no. 1, hal. 57–60, 2008.
- [5] W. T. Wulandari dan R. Dewi, "Selulosa dari Ampas Tebu sebagai Adsorben pada Minyak Bekas Penggorengan," *KOVALEN*, vol. 4, no. 3, hal. 332–339, 2018.
- [6] F. Barau., S. Nuryanti., & I. D. Pursitasari., "Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cocoa* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPPF) Ke-5 2014*, 2014, pp. 12–18.
- [7] I. Ihwan, F. Fadlia, dan S. Anam, "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)*, vol. 5, no. 2, hal. 124–131, 2019.
- [8] A. D. Safira dan P. Prayitno, "Pengaruh Konsentrasi Nano Adsorben Terhadap Penurunan Bahan Pencemar Pada Proses Adsorpsi Air Limbah Industri Pengolahan Rumput Laut," vol. 8, no. 1, hal. 118–125, 2022.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, *Standar Mutu Minyak Goreng 7709:2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2019.
- [10] L. Lestari, "BAB 1 PENDAHULUAN," *digilib.unimed.ac.id*, 2016.
- [11] S. Miskah, T. Aprianti, S. S. Putri, S. Haryanti, "Purifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Karbon yang Dibuat dari Kulit Durian," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 24, no. 1, hal. 79–86, 2018.
- [12] A. F. Ramdja, L. Febrina, D. Krisdianto, "Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu sebagai Adsorben," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 17, no. 1, hal. 7–14, 2010.
- [13] M. Cechinel, S. Souza, dan A. Antonia, "Study o Lead (II) Adsorption Onto Activated Carbon Originating From Cow Bone," *Journal of Cleaner Production Universidade Federal de Santa Catarina*, vol. 65, hal. 342–349, 2014.
- [14] D. Rohmawati, I. H. Djunaidi, E. Widodo, "Nilai Nutrisi Tepung Kulit Ari Kedelai dengan Level Inokulum Ragi Tape dan Waktu Inkubasi Berbeda," *Jurnal Ternak Tropika*, vol. 16, no. 1, hal. 30–33, 2015.
- [15] N. P. Putri, "BAB 1 Pendahuluan," *repository.unika.ac.id*, 2019.
- [16] H. M. Haili, S. Sulistiyana, E. M. Jayadi "Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L) dan Ampas Tebu (Sugarcane bagasse) sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Jelantah," *Journal al-Kimiya*, vol. 8, no. 1, hal. 28–36, 2021.