

## KARBON AKTIF KULIT BAWANG MERAH (*ALLIUM ASCOLONICUM*) UNTUK MEREDUKSI BILANGAN ASAM DAN PEROKSIDA

Ridwan Yusuf Lubis<sup>1\*)</sup>, Rizki Insani<sup>1)</sup>, Miftahul Husnah<sup>1)</sup>, Ali Affan Silalahi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sumatera Utara Medan, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Haji Sumatera Utara, Indonesia

\*Korespondensi : ridwanyusuflubis@uinsu.ac.id

### Abstrak

Karbon aktif merupakan salah satu material adsorpsi yang sering digunakan dalam meningkatkan kualitas minyak bekas pakai. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi aktivator kimia asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) terhadap karbon aktif kulit bawang merah. Data hasil penelitian dinyatakan secara kuantitatif dengan melakukan karakterisasi fisika dan kimia sedangkan untuk data hasil pengujian warna dan bau dinyatakan secara deskriptif. Karbon aktif dari kulit bawang merah yang diaktivasi secara fisika ( $400\ ^\circ C$ ) dan kimia ( $H_3PO_4$ ) dengan variasi konsentrasi A (8%), B (12%), C (16%) dan D (20%) telah berhasil dilakukan. Hasil karakterisasi karbon aktif menunjukkan penurunan nilai pada kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap, sedangkan pada kadar karbon mengalami peningkatan. Sampel D memenuhi SNI 06-3730-1995 pada semua karakterisasi fisika dan kimia. Terjadi peningkatan kemampuan adsorpsi pada bilangan asam seiring dengan meningkatnya jumlah konsentrasi aktivator. Kemampuan mereduksi bilangan peroksida mengalami penurunan pada sampel C dan D jika dibandingkan dengan sampel B, tetapi masih memenuhi SNI 3741 : 2013. Hasil karakterisasi dan adsorpsi paling optimal terdapat pada sampel D dengan nilai bilangan asam 0,33% (mgKOH/kg) dan bilangan peroksida 8 (meq  $O_2$ /kg).

**Kata Kunci :** Bilangan Asam, Bilangan Peroksida,  $H_3PO_4$ , Karbon Aktif, Kulit Bawang Merah.

### Abstract

Activated carbon is one of the adsorption materials commonly used to improve the quality of used cooking oil. This study aims to determine the effect of varying concentrations of phosphoric acid ( $H_3PO_4$ ) as a chemical activator on activated carbon derived from red onion peel. The research data were expressed quantitatively through physical and chemical characterization, while the results of color and odor tests were presented descriptively. Activated carbon from red onion peel was successfully produced through physical activation ( $400\ ^\circ C$ ) and chemical activation ( $H_3PO_4$ ) with concentration variations A (8%), B (12%), C (16%), and D (20%). The characterization results showed a decrease in moisture content, ash content, and volatile matter content, while the carbon content increased. Sample D met the requirements of SNI 06-3730-1995 for all physical and chemical characteristics. An increase in adsorption ability for acid value was observed in line with the increase in activator concentration. The ability to reduce peroxide value decreased in samples C and D compared to sample B, but still met the SNI 3741:2013 standard. The most optimal characterization and adsorption performance were obtained in sample D, with an acid value of 0.33% (mg KOH/kg) and a peroxide value of 8 (meq  $O_2$ /kg).

**Keywords:** Acid Value, Activated Carbon,  $H_3PO_4$ , Peroxides Value, Red Onion Skin.

## 1. PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki komposisi utama lemak. Minyak berbentuk dalam zat cair pada suhu ruang dan sering digunakan sebagai salah satu bahan untuk menggoreng bahan pangan. Penggunaan minyak secara berulang dengan suhu yang tinggi ( $160-180\ ^\circ C$ ) menyebabkan terjadinya perubahan dalam komposisi kimia (Dyah et al., 2020). Minyak goreng yang sudah mengalami kerusakan dikarenakan pemakaian yang

berulang pada suhu tinggi akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan makanan yang digoreng (Waluyo et al., 2020). Salah satu efek buruk dari penggunaan berulang pada minyak goreng dengan suhu tinggi yaitu terbentuknya senyawa peroksida yang menyebabkan timbulnya bau yang tidak sedap pada bahan pangan yang digoreng (Fathurrahmaniah et al., 2022).

Minyak goreng yang sudah memiliki bilangan peroksida yang tinggi atau lebih besar dari 2 meq/kg akan bersifat racun dan tidak layak konsumsi sehingga berpotensi menyebabkan penyakit seperti kanker, penyempitan pembuluh darah dan gatal tenggorokan (Zuhairiah et al., 2020). Alternatif yang sering digunakan dalam proses pemurnian minyak jelantah dengan cara metode adsorpsi. Metode ini sangat mudah, murah dan memiliki kualitas pemurnian yang mendekati karakteristik minyak goreng segar (Hulqi et al., 2021). Metode adsorpsi menggunakan karbon aktif yang telah dipadatkan melalui proses aktivasi fisika dan kimia untuk membuat luas permukaan dan pori – porinya semakin luas (Waluyo et al., 2020).

Proses pembuatan karbon aktif melalui 3 tahapan : dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi membutuhkan suhu yang cukup tinggi sehingga memerlukan alat seperti furnace untuk mengatur kestabilan suhunya. Proses aktivasi memiliki dua jenis cara, yaitu : dengan aktivasi kimia dan fisika. Pengaktifan secara kimia dengan penambahan senyawa kimia yang berbentuk asam atau basa (Sulistyo et al., 2017) . Karbon aktif merupakan material padatan yang memiliki pori – pori dan terbuat dari karbon. Karbon aktif yang dipanaskan pada suhu 250 – 400 °C berguna untuk mengurangi kandungan air pada arang aktif (Dinda et al., 2021).

Bawang merah (*allium ascalonicum*) merupakan tanaman tertua yang dibudidayakan manusia dan berasal dari kawasan Asia yang banyak menyebar ke seluruh dunia (I, 2019). Kulit bawang merah merupakan salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena kandungan selulosanya yang tinggi dengan nilai 41% - 50% (Rezty et al., 2020). Kulit bawang memiliki selulosa 41,7% dan hemiselulosa 20,8%. Kandungan selulosa dan hemiselulosa dari kulit bawang tersebut sudah cukup bagus untuk dijadikan akrbon aktif dikarenakan senyawa paling penting dalam pembentukan karbon aktif adalah selulosa dan hemiselulosa (Belaon & Hendrasarie, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan lb et al (2023), bahwa aktivasi kimia dengan aktivator asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dapat meningkatkan nilai kadar karbon sabut kelapa sampai 76,42% (Lb et al., 2023). Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini berfokus pada pembuatan karbon aktif dari limbah kulit bawang yang diaktifasi secara kimia dengan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk menurunkan bilangan asam dan peroksida pada minyak jelantah bekas penggorengan. Penelitian ini menitikberatkan pada eksplorasi potensi

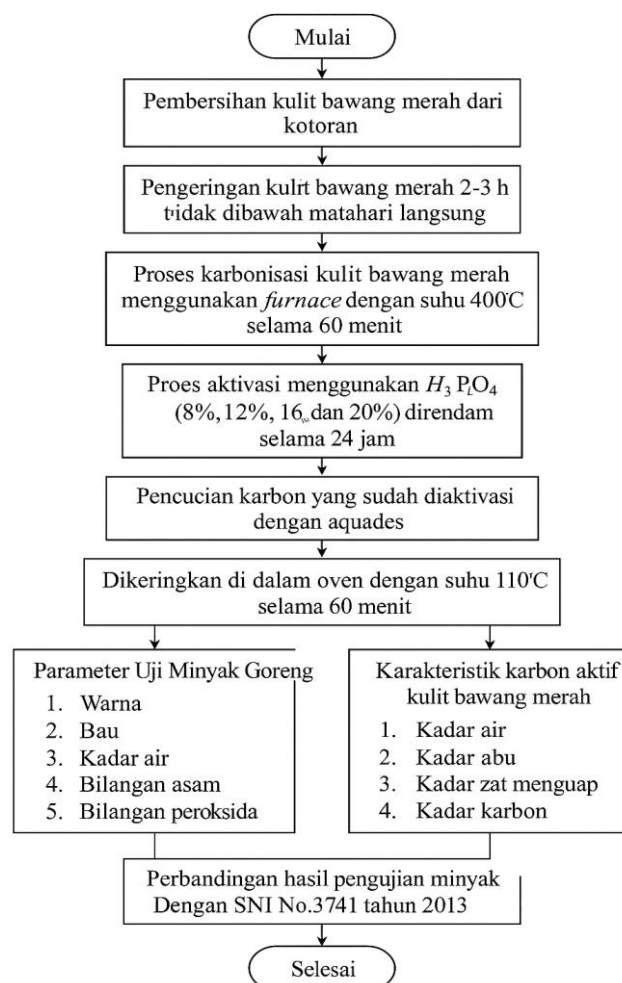
biomassa potensi kulit bawang merah sebagai prekursor karbon aktif, optimasi konsentrasi aktivator (8%, 12%, 16% dan 20%)  $H_3PO_4$  terhadap kualitas karbon aktif dan pengaruhnya terhadap pemurnian kualitas minyak sebagai material fungsional.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan kulit bawang merah, asam fosfat ( $H_3PO_4$ ), dan aquades. Alat penelitian menggunakan *hotplate magnetic stirrer*, *furnace*, oven, ayakan 80 mesh, neraca digital dan beaker gelas. Karbon aktif kulit bawang merah dicampurkan dengan minyak jelantah untuk mengetahui kemampuan reduksi bilangan asam dan bilangan peroksida.

### 2.1. PREPARASI KARBON AKTIF

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode eksperimen dengan cara pembuatan karbon aktif dari limbah kulit bawang merah yang dikarbonisasi dengan furnace pada suhu  $400^\circ C$  kemudian di aktivasi secara kimia dengan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Diagram alir preparasi karbon aktif kulit bawang merah dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Preparasi Karbon Aktif Kulit Bawang Merah

## 2.2. KARAKTERIASI KARBON AKTIF

Proses karakterisasi karbon aktif terkait kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan kadar karbon mengikuti metode (Efiyanti et al., 2022) seperti berikut ini:

### 2.2.1. Kadar Air

Cawan porselin dipanaskan dalam oven pada suhu 130 °C selama 30 menit kemudian didinginkan selama 20 menit. Selanjutnya cawan porselin ditimbang menggunakan neraca analitik ( $W_0$ ). Sampel karbon aktif kulit bawang merah dengan massa 1 gr dimasukkan kedalam cawan porselin ( $W_1$ ) kemudian cawan beserta penutupnya dipanaskan dalam oven pada suhu 130 °C selama 30 menit kemudian didinginkan selama 20 menit kedalam desikator. Timbang massa cawan dengan karbon aktif sesudah dioven ( $W_2$ ). Kadar air dari sampel karbon aktif dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) berikut ini.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana Kadar Air (%) merupakan persentase air yang terkandung pada sampel karbon aktif,  $W_0$  adalah piringan dan penutup sebelum ditambahkan karbon aktif,  $W_1$  adalah piringan dan karbon aktif sebelum dipanaskan dan  $W_2$  adalah piringan dan karbon aktif setelah dipanaskan.

### 2.2.2. Kadar Abu

Cawan porselin dipanaskan menggunakan furnace pada suhu 550 °C selama 1 jam kemudian didinginkan pada desikator. Cawan yang sudah dingin kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik ( $W_0$ ). Sampel karbon aktif dimasukkan kedalam cawan dan totalnya ditimbang ( $W_1$ ). Selanjutnya dipanaskan menggunakan furnace pada suhu 550 °C dan didiamkan hingga warna keabu – abuan. Keluarkan cawan dan dinginkan kedalam desikator kemudian timbang massa totalnya ( $W_2$ ). Kadar abu dapat ditentukan menggunakan persamaan (2) berikut ini.

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

### 2.2.3. Kadar Zat Menguap

Cawan kosong dikeringkan sehingga memiliki berat yang konstan ( $W_0$ ). Cawan yang sudah kering ditambahkan sampel karbon aktif kemudian ditimbang massa totalnya ( $W_1$ ). Cawan dan karbon aktif kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu 950 oC selama  $\pm$  7 menit kemudian didinginkan kedalam desikator. Cawan dan karbon aktif yang sudah didinginkan ditimbang massa totalnya ( $W_2$ ). Perhitungan zat menguap dapat dilakukan dengan persamaan (3) berikut ini.

$$\text{Kadar Zat Menguap (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \quad (3)$$

#### 2.2.4. Kadar Karbon

Perhitungan kadar karbon dilakukan untuk mengetahui kandungan karbon yang terdapat pada sampel karbon aktif kulit bawang merah. Kandungan karbon dapat dihitung menggunakan persamaan (4) berikut ini.

$$\text{Kadar Karbon (\%)} = 100\% - (\text{Kadar Air} + \text{Kadar Abu} + \text{Kadar Zat Menguap}) \quad (4)$$

#### Pengujian Minyak Goreng

Minyak goreng yang sudah diberikan perlakuan dengan karbon aktif kulit bawang merah melalui 5 tahapan pengujian, yaitu, pengujian bau, warna, kadar air, bilangan asam dan bilangan peroksida (Varona et al., 2021).

1. Pengujian bau dilakukan dengan menuangkan minyak secukupnya kedalam cawan petri kemudian dicium oleh minimal 3 orang untuk mengetahui baunya. Jika tercium bau minyak goreng, maka sampel dinyatakan normal.
2. Pengujian warna dengan cara mengamati sampel minyak pada tahap 1 dengan klasifikasi warna kuning atau kuning pucat yang dikategorikan normal. Jika terlihat warna lain maka hasilnya tidak normal.
3. Pengujian kadar air dengan metode yang sama dengan pengujian kadar air sebelumnya. Karbon aktif yang ditambahkan diganti dengan minyak sebanyak 50 ml.
4. Pengujian bilangan asam dengan melakukan titrasi larutan KOH 0,1M (N) dan mencatat volume yang digunakan sampai terbentuk warna merah muda. Bilangan asam dapat dihitung menggunakan persamaan (5) berikut ini.

$$\text{Bilangan Asam (mgKOH/g)} = \frac{V \times N \times 56,1}{m} \quad (5)$$

5. Pengujian bilangan peroksida menggunakan asam asetat, KI dan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,01N. Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  awal ( $V_0$ ) dan Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  blanko (V) yang ditirasi. Perhitungan bilangan peroksida menggunakan persamaan (6) berikut ini.

$$\text{Bilangan Peroksida (meq O}_2\text{/kg)} = \frac{(V - V_0) \times N \times 1000}{m} \quad (6)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi fisika dan kimia yang telah dilakukan terhadap sampel karbon aktif kulit bawang merah yang diaktivasi secara fisika (400 oC) dan kimia ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Sampel karbon aktif dicampurkan dengan minyak goreng bekas untuk mengetahui kemampuannya dalam

meningkatkan kualitas minyak goreng terutama bilangan asam dan bilangan peroksidanya. Hasil karakterisasi fisika dan kimia karbon aktif dan minyak goreng dapat dilihat pada pembahasan berikut ini.

### 3.1. KARAKTERISASI KARBON AKTIF

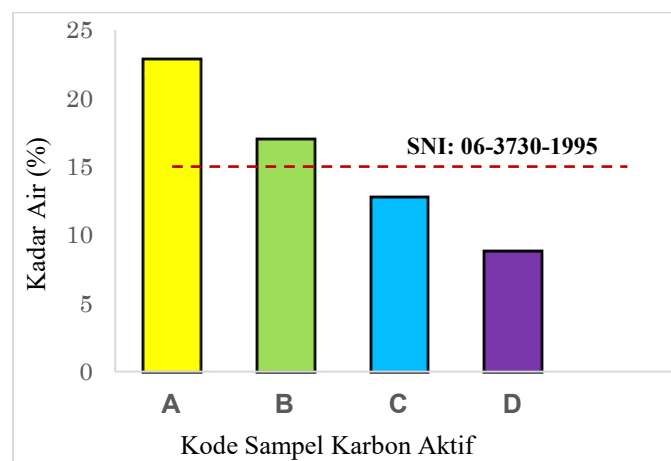
Karakterisasi yang dilakukan pada karbon aktif meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan kadar karbon. Berdasarkan data yang diperoleh, maka hasil analisisnya sebagai berikut.



**Gambar 2.** Karbon aktif kulit bawang merah

#### 3.1.1. Kadar Air

Hasil karakterisasi kadar air karbon aktif kulit bawang merah yang dihitung menggunakan Persamaan (1) dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



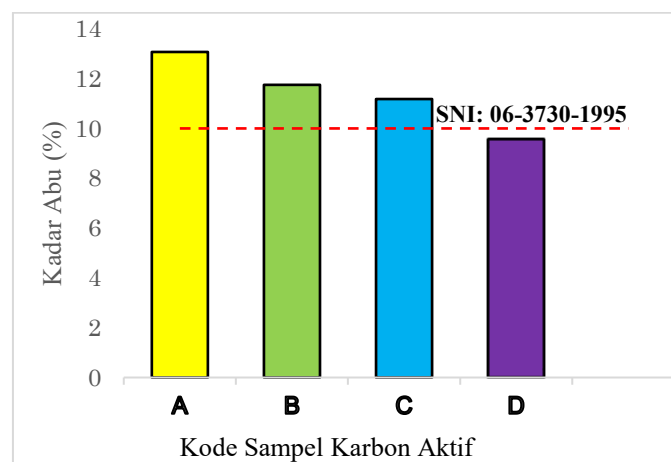
**Gambar 3.** Grafik pengujian kadar air

Berdasarkan data kadar pengujian air yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 3, terdapat 2 variasi sampel yang memenuhi kriteria SNI 06-3730-1995 yaitu sampel C dan D dengan nilai dibawah 15. Kadar air pada karbon aktif mengalami penurunan menunjukkan keberhasilan dari karbonisasi dan aktivator  $H_3PO_4$  dalam mengikat molekul air yang terkandung dalam sampel (Esterlita & Herlina, 2015). Penurunan nilai kadar air menyebabkan peningkatan pori – pori

karbon aktif semakin besar (Sailah et al., 2020). Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa untuk mencapai nilai SNI membutuhkan aktivator kimia dengan konsentrasi lebih besar dari 16%. Beberapa studi juga melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi  $H_3PO_4$  mengkatalisis reaksi dehidrasi sehingga struktur menjadi lebih hidrofobik dan jaringan karbon lebih rapat. Pori semakin berkembang sehingga saat terjadi proses pemanasan, mikropori saling terhubung dan pori yang terbuka ini tidak lagi menyimpan air (Neme et al., 2022).

### 3.1.2. Kadar Abu

Hasil karakterisasi kadar abu sampel karbon aktif yang dihitung menggunakan Persamaan (2) dapat dilihat pada Gambar 4. berikut ini.

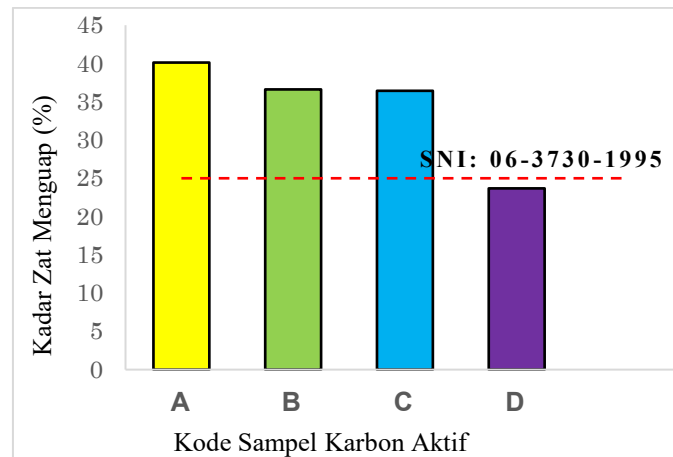


**Gambar 4.** Grafik sampel kadar abu

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa hanya sampel D yang memenuhi kriteria yang ditetapkan SNI 06-3730-1995. Secara keseluruhan kadar abu mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  yang digunakan dalam proses aktivasi kimia. Patmawati (2020) menyatakan bahwa kecenderungan penurunan nilai kadar abu dari sampel terjadi akibat konsentrasi aktivator yang meningkat. Selain itu, faktor seperti kalium, magnesium dan natrium yang terdapat pada bahan mentah juga dapat mempengaruhi persentase kadar abu karbon aktif dikarenakan beberapa mineral dapat terbawa uap atau berpindah fase selama pemanasan tinggi (Husin dan Hasibuan, 2020).

### 3.1.3. Kadar Zat Menguap

Dengan menggunakan Persamaan (3) dalam menganalisa data hasil karakterisasi zat menguap, maka diperoleh grafik data seperti Gambar 5. berikut ini.

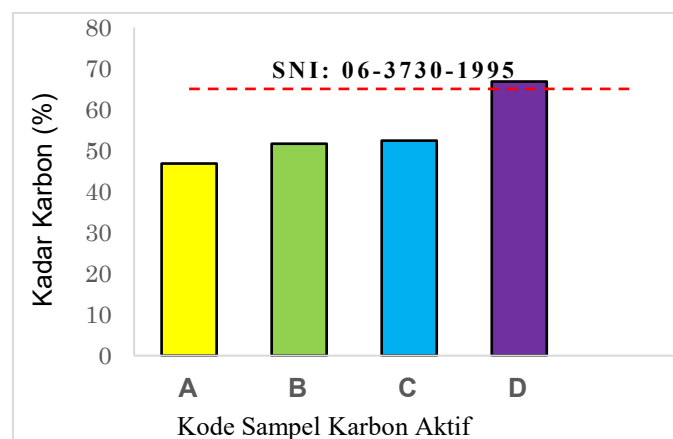


**Gambar 5.** Grafik pengujian kadar zat menguap

Hasil analisa kadar zat menguap yang dapat dilihat pada Gambar 4. menunjukkan bahwa nilai sampel D memenuhi kriteria SNI 06-3730-1995. Kadar zat menguap merupakan salah satu indikator banyaknya senyawa hidrokarbon yang mengalami ekstraksi dari permukaan karbon aktif (Husin dan Hasibuan, 2020). Secara umum kadar zat menguap mengalami penurunan yang konstan dengan meningkatnya konsentrasi aktivator kimia yang digunakan. Senyawa non karbon tidak mudah terlarut pada permukaan sampel dengan konsentrasi aktivator dibawah 20% yang menyebabkan terjadinya penurunan yang signifikan pada sampel D (Maulana et al., 2017). Pada proses aktivasi menggunakan aktivator  $H_3PO_4$  terbentuk fosfat dan ester plifosfat dengan gugus -OH sehingga saat dipanaskan gugus ini terurai dan melepaskan gas sehingga tercipta kerangka karbon yang lebih murni dan fraksi zat menguap yang tersisa mengalami penurunan (Tengker et al., 2025).

### 3.1.4. Kadar Karbon

Kadar karbon merupakan zat yang tersisa setelah menghilangkan tiga pengujian sebelumnya dengan menggunakan persamaan (4). Data hasil perhitungan diplot kedalam grafik seperti pada Gambar 6. berikut ini.



**Gambar 5.** Grafik pengujian kadar karbon



Sampel D memenuhi nilai SNI 06-3730-1995 dengan nilai diatas 65%. Berdasarkan Gambar 6. Dapat dilihat bahwa kadar karbon meningkat seiring meningkatnya konsentrasi aktivator kimia yang digunakan. Struktur kulit bawang merah lebih banyak dipolemirirsasi menjadi arang sementara unsur non-karbon (H, O dan mineral lain) lebih banyak dibuang. Neme et al. (2022) menegaskan bahwa aktivasi dengan  $H_3PO_4$  pada berbagai limbah ligniselulosa dapat meningkatkan yield karbon dan fixed carbon dibandingkan tanpa aktivator, terutama karena efek dehidrasi dan pembentukan fosfat organik. Hal ini juga sejalan dengan Musyoka et al. (2020) yang menyatakan bahwa aktvator  $H_3PO_4$  dapat meningkatkan luas permukaan, porositas dan rasio C/O lebih tinggi.

### 3.2. PENGUJIAN MINYAK GORENG BEKAS

Minyak goreng bekas diberikan perlakuan dengan mencampurkan karbon aktif dengan minyak bekas didalam beaker gelas kemudian diaduk menggunakan hotplate magnetic stirrer.



**Gambar 7.** Minyak goreng bekas

#### 3.2.1. Pengujian Bau dan Warna

Dengan melakukan pengadukan secara terus menerus antara karbon aktif dan minyak goreng bekas pakai dapat mengoptimalkan waktu kontak agar diperoleh hasil yang lebih maksimal (waluyo et al, 2020). Hasil pengujian bau dan warna setelah melakukan pencampuran dan pengadukan dapat dilihat pada Tabel 1.

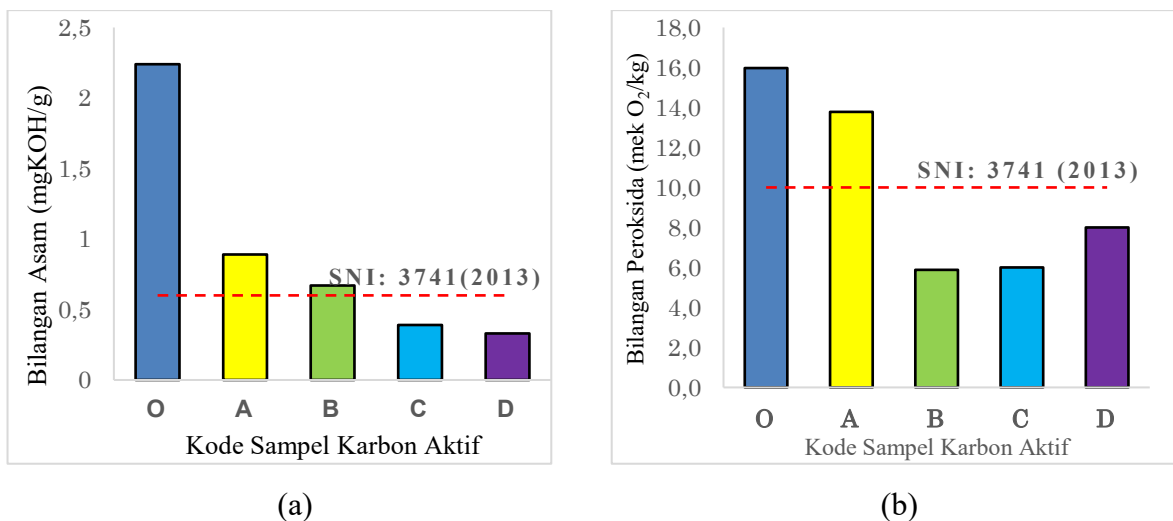
**Tabel 1.** Pengujian bau dan warna minyak goreng bekas

Kode Sampel	Bau	Warna	Keterangan
O	Tidak Normal	Orange	Tidak Normal
A	Normal	Kuning	Normal
B	Normal	Kuning Pucat	Normal
C	Normal	Kuning Pucat	Normal
D	Normal	Kuning	Normal

Sampel O merupakan minyak goreng bekas sebelum diberikan perlakuan. Berdasarkan Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa semua sampel minyak goreng bekas yang sudah mendapatkan perlakuan dengan mencampurkan material adsorpsi karbon aktif kulit bawang merah memiliki bau dan warna yang normal. Hasil ini sejalan dengan Nurarief et al., 2016 yang menyatakan bahwa karbon aktif dapat menghilangkan bau tengik yang terdapat pada minyak goreng bekas. Karbon aktif memiliki kemampuan dalam mereduksi warna karena mengandung gugus fungsi karbonil dan hidroksil yang berperan dalam proses adsorpsi (ugra dan adawiyah, 2022).

### 3.2.2. Bilangan Asam dan Peroksida

Bilangan asam dan peroksida dibandingkan dengan SNI: 3741 (2013) dengan nilai maksimal bilangan asam adalah 0,60 (mgKOH/g) dan bilangan peroksida 10 (meq/kg). Hasil pengujian dari sampel minyak goreng bekas dapat dilihat pada Gambar 8. berikut ini.



**Gambar 8.** Hasil pengujian (a) Bilangan asam dan (b) Bilangan peroksida

Sampel A dan B tidak memenuhi SNI: 3741 (2013) pada pengujian bilangan asam sedangkan pada pengujian bilangan peroksida. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Faturrahman et al., (2022) menyatakan bahwa kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap bilangan asam dan peroksida dipengaruhi oleh luas permukaan karbon. Meningkatnya konsentrasi aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang digunakan dari sampel A – D sesuai dengan hasil pada Gambar 8. yang menunjukkan penurunan nilai bilangan asam. Terjadi anomali pada penurunan bilangan peroksida, dimana terjadi peningkatan pada sampel C dan D. Hal ini dikarenakan senyawa asam mudah mengalami penurunan sedangkan bilangan peroksida cukup sensitif terhadap struktur pori. Dinding pori mengalami kerusakan dan rapuh akibat aktivator yang berlebihan (kembaren et al., 2018). Dalam penelitian ini terdapat kelemahan dimana tidak adanya pengukuran luas

permukaan karbon aktif menggunakan BET sehingga tidak dapat mevalidasi penurunan struktur pori pada sampel karbon aktif.

Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan aktivator HCL atau KOH untuk membandingkan konsentrasi maksimal yang dapat digunakan agar tidak terjadi kerusakan dalam struktur pori. Melakukan pengujian BET atau UV-Vis untuk memvalidasi perubahan luas permukaan karbon aktif.

#### 4. KESIMPULAN

Karbon aktif dari kulit bawah merah telah berhasil dilakukan dengan metode aktivasi fisika (400 °C) dan kimia (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Hasil karakteriasi karbon aktif menunjukkan sampel D merupakan sampel terbaik karena memenuhi SNI 06-3730-1995 pada semua pengujian. Warna dan bau minyak goreng bekas yang sudah mendapatkan perlakuan menunjukkan hasil yang normal. Terjadi penurunan bilangan asam dan peroksida, bilangan asam mengalami penurunan yang konstan seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator, sedangkan bilangan peroksida mengalami peningkatan pada sampel dengan konsentrasi aktivator diatas 10%. Struktur pori mengalami kerusakan dikarenakan konsentrasi aktivator yang berlebih sehingga penurunan bilangan peroksida kurang optimal. Dibutuhkan pengujian BET atau UV-Vis untuk memvalidasi luas permukaan karbon aktif kulit bawang merah agar hasil lebih detail.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al Qory, D.R., Ginting, Z. and Bahri, S., (2021). Pemurnian minyak jelantah menggunakan karbon aktif dari biji salak (*Salacca zalacca*) sebagai adsorben alami dengan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2).
- Aryanta, I.W.R., (2019). Bawang merah dan manfaatnya bagi kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 1(1), pp.29–35.
- Belaon, B.T. and Hendrasarie, N., (2023). Penurunan beban organik limbah batik Jetis menggunakan adsorben serat tebu, kulit kedelai dan kulit bawang. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), pp.6180–6190.
- Efiyanti, L., Paramasari, A., Hastoeti, P., Setiawan, D., Hastuti, N., Sari, N.R. and Iryani, A., (2022). The characterization and adsorption properties of sulfonated carbon from Andong bamboo with different particle sizes. *Penelitian Hasil Hutan*, 40(2), pp.115–124. <https://doi.org/10.20886/jphh.2020.40.2.115-124>

- Esterlita, M.O. and Herlina, N., (2015). Pengaruh penambahan aktivator  $\text{ZnCl}_2$ , KOH dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), pp.47–52.
- Fathurrahmaniah, Ewisarani and Nursa, E., (2022). Potensi arang tempurung kelapa sebagai adsorben pemurnian minyak bekas. *Jurnal PIPA: Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1), pp.19–23.
- Hulqi, M.H., Sulistiyana and Edi, M.J., (2021). Pemanfaatan limbah kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dan ampas tebu (*Sugarcane bagasse*) sebagai bahan adsorben pada pemurnian minyak jelantah. *Al-Kimiya*, 8(1), pp.29–36.
- Husin, A. and Hasibuan, A., (2020). Studi pengaruh variasi konsentrasi asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan waktu perendaman karbon terhadap karakteristik karbon aktif dari kulit durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(2), pp.80–86.
- Kembaren, A., Zubir, M., Jasmidi and Silalahi, A., (2018). Preliminary studies of activated carbon properties on bagasse (*Saccharum officinarum*) as adsorbent to the purification process of used cooking oil. *Asian Journal of Chemistry*, 30(5), pp.944–946.
- Lubis, F., Lubis, R.Y. and Sirait, R., (2023). Pembuatan karbon aktif dari serabut kelapa dengan aktivasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  untuk adsorpsi air gambut. *Journal Online of Physics*, 8(2), pp.23–28.
- Maulana, G.G.R., Agustina, L. and Susi, (2017). Proses aktivasi arang aktif dari cangkang kemiri (*Aleurites moluccana*) dengan variasi jenis dan konsentrasi aktivator kimia. *Ziraa'ah: Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(3), pp.247–256.
- Musyoka, N.M., Mutuma, B.K. and Manyala, N., (2020). Onion-derived activated carbons with enhanced surface area for improved hydrogen storage and electrochemical energy application. *RSC Advances*, 10, pp.26928–26936.
- Neme, I., Gonfa, G. and Masi, C., (2022). Activated carbon from biomass precursors using phosphoric acid: a review. *Heliyon*, 8(12), e11940.
- Nurarief, A.R., Sunarto, W. and Kusumastuti, E., (2016). Pemanfaatan bentonit teraktivasi asam klorida untuk pengolahan minyak goreng bekas. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(2), pp.131–135.
- Perwitasari, D, S., (2020). *Teknologi peningkatan kualitas minyak goreng bekas*. 2nd ed. Vol. 1. Yogyakarta: CV Mitra Abistya
- Patmawati, Y., Rahim, M. and Nego, R.A., (2020). Pengaruh konsentrasi aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  terhadap karakteristik karbon aktif dari batubara lignit Kalimantan Timur. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(1), pp.434–441.

- Rezty, H., Laila, A., Angelina, N., Lailiyah, N. and Sanjaya, G.M., (2020). Ekstraksi dan karakterisasi nanoselulosa dari limbah kulit bawang merah. *Journal Education and Chemistry*, 2(1), pp.77–81.
- Sailah, I., Mulyaningsih, F., Ismayana, A., Puspaningrum, T., Adnan, A.A. and Indrasti, N.S., (2020). Kinerja karbon aktif dari kulit singkong dalam menurunkan konsentrasi fosfat pada air limbah laundry. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), pp.180–189.
- Sulistyo, R., Lestari, D., Sari, D.K., Rosmadiana, A. and Dwipermata, B., (2017). Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator asam fosfat serta aplikasinya pada pemurnian minyak goreng bekas. *Jurnal Teknik*, 12(3), pp.419–430.
- Tengker, S.M.T., Lumingas, P., Tuerah, J.M., Jannah, M. and Rampengan, A.M., (2025). Effect of phosphoric acid ( $H_3PO_4$ ) activation on the preparation of activated carbon from *Gymnostoma rumphianum* wood. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia (JKPK)*, 10(2).
- Ugra, S. and Adawiyah, A., (2022). Peningkatan kualitas minyak jelantah menggunakan arang aktif. *Journal of Agro-Industry Engineering Research (JAIER)*, 2(1), pp.32–34.
- Varona, E., Tres, A., Rafecas, M., Vichi, S., Barroeta, A.C. and Guardiola, F., (2021). Methods to determine the quality of acid oils and fatty acid distillates used in animal feeding. *MethodsX*, 8, 101334. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101334>
- Waluyo, U., Ramadhani, A., Suryadinata, A. and Cundari, L., (2020). Penjernihan minyak goreng bekas menggunakan berbagai jenis adsorben alami. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), pp.70–79.
- Zuhairiah, N., Yanti, R.N. and Yosy, C.E.S., (2020). Peningkatan kualitas minyak goreng bekas menggunakan adsorben karbon aktif arang dari tempurung kelapa yang diaktivasi dengan HCl. *Herbal Medicine Journal*, 3(1), pp.1–5.