

## UKURAN PARTIKEL DAN WAKTU KONTAK KARBON AKTIF DARI KULIT SINGKONG TERHADAP MUTU MINYAK JELANTAH

### PARTICLE SIZE AND CONTACT TIME OF ACTIVATED CARBON FROM CASSAVA SKIN ON QUALITY OF USED COOKING OIL

ANGGA ZUNIFER\*, DEWI FORTUNA AYU

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru

#### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif dari kulit singkong terhadap kualitas dan karakteristik sensori minyak goreng bekas. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Faktor perlakuan pertama adalah ukuran partikel karbon aktif seperti A1 (60 mesh), dan A2 (100 mesh). Faktor kedua adalah waktu kontak karbon aktif seperti B1 (2 jam), B2 (4 jam), dan B3 (6 jam). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Varian dan dilanjutkan dengan Uji DMRT pada tingkat 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong secara signifikan mempengaruhi kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, dan uji kejernihan sensori. Waktu kontak karbon aktif secara signifikan mempengaruhi kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, berat jenis, uji sensori warna, dan aroma minyak goreng bekas. Interaksi antara kedua faktor ini secara signifikan mempengaruhi kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, berat jenis, dan uji sensori warna dan aroma minyak goreng bekas. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah A2B3 (ukuran partikel 100 mesh dengan waktu kontak 6 jam) dengan kadar air 0,19%, bilangan peroksida 0,59 meq/kg, asam lemak bebas 1,64%, dan berat jenis 0,88. Penilaian sensori secara keseluruhan agak tidak disukai oleh panelis dengan deskripsi warna kuning kecokelatan, beraroma agak tengik dan jernih.

**Kata Kunci:** kulit singkong, karbon aktif, minyak jelantah, ukuran partikel, waktu kontak

#### ABSTRACT

*The purpose of this research was to know the effect of particle size and contact time of activated carbon from cassava skin on quality and sensory characteristic of used cooking oil. This research conducted experimental method by using a complete randomized design (RAL) factorial with three repetitions. The first treatment factor was particle size of activated carbon such as A1 (60 mesh), and A2 (100 mesh). The second factor was contact time of activated carbon such as B1 (2 hour), B2 (4 hour), and B3 (6 hour). Data obtained were statistically analyzed by using Analysis of Variance and continued with Duncan's New Multiple Range Test at 5% level. The results showed that particle size of activated carbon from cassava skin significantly affected moisture content, peroxide number, free fatty acid, and sensory test of clarity. Contact time of activated carbon significantly affected moisture content, peroxide number, free fatty acid, density, sensory test of colour and flavour of used cooking oil. The interaction between these two factors significantly affected moisture content, peroxide number, free fatty acid, density, and sensory test of colour and flavour of the used cooking oil. The best treatment in this research was A2B3 (100 mesh particle size with 6 hour contact time) with moisture content of 0.19%, peroxide number of 0.59 meq/kg, free fatty acid of 1.64%, and density of 0.88. The results of descriptive test on the fruit leather showed that the used cooking oil had brownish yellow color (1.56), a little rancid scented (1.70), clear (3.70), and overall assessment hedonically was rather not favored by panelists.*

**Keywords:** cassava skin, activated carbon, used cooking oil, particle size, contact time

\* Korespondensi penulis  
Email: [anggasax@gmail.com](mailto:anggasax@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Singkong atau ketela pohon (*Manihot utilisima*) tumbuh di daerah tropis dan memiliki daya adaptasi tinggi. Umbi singkong merupakan makanan pokok alternatif masyarakat Indonesia. Umbi singkong mengandung gizi yang cukup. Kandungan kimia dan zat gizi pada singkong adalah air 61,4 g, energi 0,154 kkal, protein 1 g, karbohidrat 36,8 g dan lemak 0,3 g, serat 0,9 g, abu 0,5 g, kalsium 77 mg, fosfor 24 mg, dan besi 1,1 mg (Mahmud *et al.*, 2018). Hasil produksi umbi singkong di Provinsi Riau pada tahun 2017 mencapai 124.509 ton (Dinas Tanaman Pangan dan Perkebunan Provinsi Riau, 2019). Umbi singkong dimanfaatkan sebagai bahan pangan, tepung, kosmetik, obat-obatan, dan lainnya (BPS, 2019).

Diversifikasi produk dari singkong yang begitu banyak, menghasilkan limbah kulit singkong yang masih kurang pemanfaatannya. Kulit yang terdapat pada tanaman singkong sekitar 20% dari umbinya, yang artinya per kg umbi singkong menghasilkan 0,2 kg kulit singkong. Kulit singkong merupakan limbah pengolahan singkong seperti industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri pengolahan makanan. Komponen kimia dan zat gizi pada kulit singkong adalah protein 8,11 g, serat kasar 15,2 g, pektin 0,22 g, lemak 1,29 g, dan kalsium 0,63 g dalam 100 g kulit singkong. Limbah ini mengandung 59,31% karbon dan dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif (Ikawati dan Melati, 2009).

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Chand *et al.*, 2005). Karbon aktif merupakan padatan *amorf* berbentuk heksagonal datar dengan sebuah atom karbon (C) pada setiap sudutnya serta mempunyai permukaan yang luas dan jumlah pori yang sangat banyak (Baker *et al.*, 1997).

Secara umum ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap karbon aktif, salah satunya yaitu ukuran partikel. Menurut Yamliha *et al.* (2013), semakin kecil ukuran partikel berarti luas permukaan semakin besar. Semakin luas permukaan adsorben, makin banyak zat yang teradsorpsi (Nafi'ah, 2016). Luas permukaan yang besar memiliki daya serap yang lebih tinggi.

Waktu kontak juga dapat mempengaruhi kinerja dan daya serap karbon aktif, sehingga akan mempengaruhi efektivitas suatu adsorben (Asip *et al.*, 2008). Menurut Nafi'ah (2016), waktu interaksi yang cukup diperlukan oleh karbon aktif agar dapat mengadsorpsi adsorbat secara optimal. Semakin lama waktu interaksi, maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi, karena semakin banyak kesempatan partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan adsorbat. Hal ini menyebabkan semakin banyak adsorbat yang terikat di dalam pori-pori arang aktif. Kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi secara kimiawi ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Maulinda *et al.*, 2015). Ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif berpengaruh terhadap daya serap karbon aktif jika akan digunakan pada proses pemurnian minyak goreng bekas.

Minyak goreng merupakan kebutuhan pokok masyarakat untuk pengolahan bahan makanan. Kalangan yang paling banyak menggunakan minyak goreng adalah industri pengolahan makanan, seperti makanan siap saji atau yang dikenal dengan nama *fast food*. Salah satu contoh industri pengolahan makanan adalah KFC (*Kentucky Fried Chicken*). Limbah minyak dari perusahaan ini akan dibuang ke tempat pembuangan limbah. Banyaknya limbah minyak yang dihasilkan, memiliki potensi untuk didaur ulang kembali menjadi minyak layak pakai. Proses pemanasan tinggi pada minyak akan menghasilkan asam lemak bebas selain itu juga akan menghasilkan senyawa karbonil dan peroksida. Kondisi ini menyebabkan terjadinya dekomposisi komponen penyusun minyak. Hasil dekomposisi tersebut mempunyai pengaruh negatif terhadap kualitas minyak maupun *flavour* dan nilai gizi hasil gorengannya. Disamping itu, beberapa komponen hasil dekomposisi minyak dapat membahayakan kesehatan karena menimbulkan penyakit seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker dan lainnya (Hasil wawancara dengan perusahaan KFC).

Menurut hasil penelitian Putri *et al.* (2017), karbon aktif dari kulit singkong dapat digunakan untuk pemurnian air, dimana karbon

aktif mampu mengurangi kotoran maupun logam yang ada di dalam air sumur yaitu Fe sebesar 87,75%, Cl sebesar 63,67%, kekeruhan sebesar 57,68% dan pH sebesar 4,73%. Alternatif penanganan limbah minyak goreng (jelantah) adalah proses pemurnian dengan menggunakan adsorben. Proses pemurnian minyak goreng bekas telah dilakukan dengan menggunakan bentonit dan arang aktif untuk penjernihan minyak goreng bekas yang hasilnya menunjukkan bahwa bilangan asam dan angka peroksida juga mengalami penurunan (Wahyu dan Nur, 2011).

Pada penelitian ini sudah dilakukan proses pemurnian minyak goreng bekas menggunakan karbon aktif dari kulit singkong dengan judul Ukuran Partikel dan Waktu Kontak Karbon Aktif dari Kulit Singkong terhadap Mutu Minyak Jelantah. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif dari kulit singkong terbaik terhadap mutu minyak goreng yang mengacu pada SNI.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit singkong yang diperoleh dari penjual keripik singkong di Jl.K.H.Nasution, minyak jelantah yang diambil dari KFC, Jl. Arifin Achmad, Pekanbaru, indikator PP, aquades, NaOH 0,5%, HCl 0,5%, NaOH 0,1M, etanol 90%, dan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,02 N.

Alat yang digunakan adalah blender, oven, *beaker glass*, erlenmeyer 250 ml, spatula, gelas ukur, desikator, cawan porselen, penjepit, ayakan 60 dan 100 *mesh*, corong, pipet tetes, pipet volume, pisau, kertas saring, alat titrasi, talenan, penggaris, piknometer, kertas penghisap, alat dokumentasi dan alat tulis.

## Metode Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial  $2 \times 3$  dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Faktor pertama adalah ukuran partikel dan faktor kedua adalah waktu kontak karbon aktif.

Faktor I adalah ukuran partikel dengan  $A_1$  = Ukuran partikel dengan saringan 60 *mesh* dan  $A_2$  = Ukuran partikel dengan saringan 100

*mesh*. Faktor II adalah waktu kontak karbon aktif dengan  $B_1$  = Pengontakan karbon aktif selama 2 jam,  $B_2$  = Pengontakan karbon aktif selama 4 jam dan  $B_3$  = Pengontakan karbon aktif selama 6 jam. Dari dua faktor dan tiga ulangan tersebut diperoleh 18 kombinasi perlakuan.

## Pelaksanaan Penelitian

### Tahap aktivasi kulit singkong

Aktivasi kulit singkong mengacu pada penelitian Maulinda *et al.* (2015) dan Rizqi *et al.* (2014). Sepuluh kg kulit singkong dibersihkan dari kotorannya, kemudian kulit singkong berwarna putih diperkecil ukurannya dan dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 70°C. Kulit singkong yang kering tersebut ditimbang sebanyak 300 g, direndam menggunakan larutan NaOH selama 1 jam, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 2 jam.

### Tahap karbonasi

Karbonasi kulit singkong mengacu pada penelitian Maulinda *et al.* (2015). Kulit singkong yang telah melalui tahap aktivasi kimia, kemudian dikarbonasi pada suhu 600°C selama 2 jam. Hasil karbonasi kemudian didinginkan dalam desikator selama 6 jam.

### Tahap netralisasi dan pencucian karbon aktif

Netralisasi dan pencucian kulit singkong mengacu pada penelitian Maulinda *et al.* (2015) dan Rizqi *et al.* (2014). Karbon aktif dinetralkan menggunakan HCl 0,5% dan dicuci menggunakan aquades sampai pH netral. Selanjutnya karbon aktif dikeringkan di dalam oven selama 3 jam pada suhu 110°C. Karbon aktif dihaluskan dan disaring menggunakan saringan\_ukuran 60 dan 100 *mesh* sehingga berbentuk serbuk.

### Proses Penjernihan Minyak Jelantah

Proses penjernihan minyak jelantah mengacu pada penelitian Fuadi *et al.* (2010). Minyak jelantah dan minyak goreng murni disiapkan. Minyak jelantah dan minyak goreng murni dianalisis terlebih dahulu. Kemudian 100 ml minyak jelantah disiapkan dalam 3 erlenmeyer,

dimasukkan karbon aktif dalam masing masing minyak, lalu didiamkan selama 2, 4, dan 6 jam, kemudian diaduk, dan disaring.

**Analisis Data**

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran bilangan peroksida, uji asam lemak bebas, berat jenis, kadar air dan uji sensori akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA). Jika F hitung > F tabel maka dilanjutkan dengan uji *duncan new multiple range test* (DNMRT) pada taraf 5%.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Karakteristik Minyak Jelantah**

Karakterisasi sifat kimia minyak jelantah yang dilakukan meliputi kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, dan berat jenis. Nilai tersebut penting diketahui sebelum proses pemurnian untuk membandingkan minyak jelantah yang belum dimurnikan dengan minyak jelantah yang telah melalui proses pemurnian. Hasil karakterisasi minyak jelantah yang berasal dari restoran siap saji KFC disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi sifat kimia minyak jelantah KFC

Karakteristik	Minyak Jelantah	Satuan
Kadar air	0,42	%
Bilangan peroksida	5,68	meq/kg
Asam lemak bebas	2,8	%
Berat jenis	1,87	

Minyak jelantah pada penelitian ini memiliki karakteristik kimiawi yang tidak memenuhi SNI minyak goreng murni yaitu kadar air 0,42%, bilangan peroksida 5,68 meq/kg, asam lemak bebas 2,8% dan berat jenis 1,87 g/L. Pemanasan menyebabkan terjadinya oksidasi, hidrolisis dan dekomposisi minyak, yang dipengaruhi tingginya suhu dan lama pemanasan (Chatzilazarou *et al.*, 2006). Reaksi oksidasi dan hidrolisis pada minyak goreng dapat meningkatkan bilangan peroksida, asam lemak bebas, kadar air, berat jenis, dan aroma tengik. Proses pemanasan yang terjadi pada minyak

jelantah ini dapat menurunkan kualitas minyak goreng tersebut.

**Kadar Air**

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan ukuran partikel, waktu, kontak, dan interaksi antara faktor ukuran partikel dan waktu kontak memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap kadar air minyak jelantah, rata-rata kadar air pada minyak jelantah setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar air minyak jelantah (%)

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2 jam)	B <sub>2</sub> (4 jam)	B <sub>3</sub> (6 Jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	0,35 <sup>e</sup>	0,31 <sup>d</sup>	0,28 <sup>c</sup>	0,31 <sup>b</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	0,26 <sup>c</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,22 <sup>a</sup>
Rata-rata	0,27 <sup>c</sup>	0,26 <sup>b</sup>	0,23 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada Baris dan Kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05), menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan ukuran partikel memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air minyak dengan rata-rata nilai kadar air berkisar 0,22%-0,31%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong maka semakin rendah kadar air yang diperoleh. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dari karbon aktif, sehingga proses adsorpsi berjalan dengan baik dan mampu menurunkan kadar air pada minyak jelantah.

Hasil sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air perlakuan B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan perlakuan B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub>. Kadar air mengalami penurunan seiring semakin lama pengontakan karbon aktif dari kulit singkong terhadap minyak jelantah. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi air yang ada pada minyak jelantah, dan semakin lama semakin banyak air yang teradsorpsi oleh karbon aktif dari kulit singkong.

Data sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong dan waktu kontak karbon aktif dengan minyak jelantah memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap nilai kadar air yang diperoleh. Semakin lama waktu kontak karbon aktif dan semakin besar ukuran partikel karbon aktif maka semakin kecil nilai kadar air yang diperoleh. Waktu perendaman yang singkat mengurangi kemampuan adsorpsi maksimal karbon aktif dan semakin kecil ukuran partikel semakin rendah kadar air yang diperoleh. Hal ini didukung oleh penelitian Fuadi *et al.* (2010),

ukuran partikel 225µm dengan lama perendaman 1×24 jam memperoleh kadar air sebesar 0,07% dan menurun pada lama perendaman 3×24 jam sebesar 0,06%. Ukuran partikel 150µm dengan lama perendaman 1×24 jam memperoleh kadar air 0,18% dan menurun pada lama perendaman 3×24 jam sebesar 0,04%. Hasil penelitian Mangalo *et al.* (2014) menyatakan semakin lama karbon aktif dikontakkan maka kadar air cenderung menurun, karena semakin efektif karbon aktif menyerap air pada minyak jelantah.

Kadar air minyak jelantah yang belum dimurnikan 0,42%, namun setelah dilakukan proses pemurnian diperoleh kadar air 0,19%. Pemurnian minyak jelantah yang telah dilakukan menggunakan karbon aktif dari kulit singkong dengan perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> dan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> sudah memenuhi SNI 01-3741-2002 yaitu dibawah 0,30%. Untuk perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> dan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> masih belum memenuhi SNI 01-3741-2002 dimana kadar air yang diperoleh di atas 0,30%.

### Bilangan Peroksida

Hasil pengamatan bilangan peroksida minyak jelantah setelah sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan ukuran partikel, waktu kontak dan interaksi antara faktor ukuran partikel dan waktu kontak memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap bilangan peroksida minyak jelantah. Rata-rata bilangan peroksida pada minyak jelantah setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bilangan peroksida minyak jelantah (%)

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2 jam)	B <sub>2</sub> (4 jam)	B <sub>3</sub> (6 jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	2,12 <sup>e</sup>	1,59 <sup>d</sup>	1,45 <sup>c</sup>	1,72 <sup>b</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	1,32 <sup>b</sup>	1,19 <sup>b</sup>	0,59 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>
Rata-rata	1,72 <sup>c</sup>	1,39 <sup>b</sup>	1,02 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05) menurut uji DNMRT pada taraf 5%.



Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap bilangan peroksida dengan rata-rata nilai bilangan peroksida berkisar 1,03-1,72 meq/kg. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel semakin kecil bilangan peroksida yang diperoleh. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dari karbon aktif, sehingga ukuran partikel yang lebih kecil akan semakin banyak dan cepat dalam menyerap senyawa peroksida pada minyak jelantah.

Hasil sidik ragam pada Tabel 3 menunjukkan bahwa bilangan peroksida pada perlakuan B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan bilangan peroksida pada perlakuan B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub> yang memiliki rata-rata bilangan peroksida berkisar antara 1,02-1,72 meq/kg. Bilangan peroksida mengalami penurunan seiring semakin lama pengontakan karbon aktif dari kulit singkong terhadap minyak jelantah. Hal ini disebabkan karena karbon aktif dapat berinteraksi dengan minyak jelantah secara optimal dalam menyerap senyawa peroksida.

Data sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong dan waktu kontak karbon aktif dengan minyak jelantah memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap nilai bilangan peroksida yang diperoleh. Semakin lama waktu kontak karbon aktif dan semakin kecil ukuran partikel karbon aktif maka semakin kecil nilai bilangan peroksida yang diperoleh. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Nasrun *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa

semakin lama waktu kontak dengan arang aktif maka semakin banyak adsorbat mengisi pori-pori karbon aktif. Semakin lama pengontakan karbon aktif dengan minyak jelantah, bilangan peroksida juga semakin menurun. Menurut Nufida *et al.* (2014) semakin kecil ukuran adsorben pada pemurnian minyak jelantah maka semakin kecil bilangan peroksida yang diperoleh pada minyak jelantah, karena semakin kecil ukuran partikel maka daya serapnya akan semakin meningkat.

Menurut Octarya dan Fernando (2016), proses adsorpsi antara senyawa peroksida dengan karbon aktif dikarenakan adanya perbedaan energi potensial antara permukaan, adsorpsi secara fisika terjadi karena setiap partikel-partikel adsorbat yang mendekati kepermukaan adsorben melalui gaya Van Der Waals atau ikatan hidrogen yang melibatkan gaya antar molekul. Pada penelitian ini semua perlakuan dapat menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah dan memenuhi standar SNI 01-3741-2002. Bilangan peroksida pada SNI 01-3741-2002 yaitu 10 meq/kg, dan bilangan peroksida pada penelitian ini berkisar antara 0,59-2,12 meq/kg.

#### Kadar Asam Lemak Bebas

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan ukuran partikel, waktu kontak, dan interaksi antara kedua faktor memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap asam lemak bebas minyak jelantah, Rata-rata berat jenis pada minyak jelantah setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar asam lemak minyak jelantah (%)

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2 jam)	B <sub>2</sub> (4 jam)	B <sub>3</sub> (6 jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	2,24 <sup>b</sup>	1,88 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	1,98 <sup>b</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	1,81 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,64 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>
Rata-rata	2,02 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	1,73 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05) menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel memberikan pengaruh yang

berbeda nyata terhadap nilai asam lemak bebas dengan rata-rata nilai asam lemak bebas berkisar

1,72-1,98. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin rendah asam lemak bebas yang diperoleh. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dari karbon aktif, sehingga ukuran partikel yang lebih kecil akan semakin banyak dan cepat dalam menyerap senyawa asam lemak bebas pada minyak jelantah.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa ukuran partikel dapat menurunkan nilai bilangan asam lemak bebas. Penurunan nilai asam lemak bebas juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dari adsorben, dimana semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin luas permukaan adsorben dan adsorben dapat menyerap asam lemak bebas lebih banyak dan cepat. Wenti (2009) menyatakan bahwa semakin luas tempat terjadinya tempat proses adsorpsi dan waktu kontak yang semakin lama menyebabkan semakin banyak jumlah asam lemak bebas yang diikat oleh permukaan adsorben.

Hasil sidik ragam pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai asam lemak bebas pada perlakuan B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan nilai asam lemak bebas pada perlakuan B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub> yang memiliki rata-rata asam lemak bebas berkisar antara 1,73-2,02. Asam lemak bebas mengalami penurunan seiring semakin lama pengontakan karbon aktif dari kulit singkong terhadap minyak jelantah. Hal ini disebabkan karena karbon aktif dapat berinteraksi dengan minyak jelantah secara optimal dalam menyerap senyawa asam lemak bebas.

Data sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong dan waktu kontak karbon aktif dengan minyak jelantah memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) terhadap nilai asam

lemak bebas yang diperoleh. Semakin lama waktu kontak karbon aktif dan semakin kecil ukuran partikel karbon aktif maka semakin kecil nilai asam lemak bebas yang diperoleh. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Miskah *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa semakin lama pengontakan adsorben dengan minyak jelantah maka semakin rendah asam lemak bebas yang diperoleh. Namun, waktu adsorpsi yang terlalu lama menyebabkan semakin lama terjadinya kontak antara permukaan adsorben dengan minyak jelantah. Pengontakan adsorben yang terlalu lama sehingga adsorben telah mencapai titik jenuh dan tidak dapat menyerap dengan optimal.

Nilai asam lemak bebas pada minyak jelantah sebelum dimurnikan diperoleh 2,8%. Setelah dilakukan pemurnian minyak jelantah menggunakan karbon aktif dari kulit singkong diperoleh perlakuan yang terbaik yaitu perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>, dimana karbon aktif dapat menurunkan nilai asam lemak bebas mencapai 1,64%. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa proses pemurnian minyak jelantah masih belum memenuhi SNI 01-3741-2002 yaitu maksimal 0,30%.

### Berat Jenis

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan waktu kontak, dan interaksi antara faktor ukuran partikel dan waktu kontak dari kulit singkong memberikan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05), namun ukuran partikel memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata (P>0,05) terhadap berat jenis minyak jelantah. Rata-rata berat jenis pada minyak jelantah setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat jenis minyak jelantah (%)

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2jam)	B <sub>2</sub> (4jam)	B <sub>3</sub> (6jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	0,94 <sup>d</sup>	0,92 <sup>c</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,91 <sup>b</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	0,93 <sup>d</sup>	0,91 <sup>b</sup>	0,87 <sup>a</sup>	0,90 <sup>b</sup>
Rata-rata	0,93 <sup>c</sup>	0,91 <sup>b</sup>	0,87 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05) menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Hasil sidik ragam pada Tabel 5 menunjukkan bahwa berat jenis minyak jelantah pada perlakuan B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan berat jenis minyak jelantah pada perlakuan B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub> yang memiliki rata-rata berat jenis berkisar antara 0,87-0,93. Berat jenis mengalami penurunan seiring semakin lama pengontakan karbon aktif dari kulit singkong terhadap minyak jelantah. Hal ini disebabkan karena karbon aktif dapat berinteraksi dengan minyak jelantah secara optimal dalam menyerap senyawa dan fraksi-fraksi berat seperti zat pengotor pada minyak jelantah.

Data sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong dan waktu kontak karbon aktif dengan minyak jelantah memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap berat jenis minyak yang diperoleh. Semakin lama waktu kontak karbon aktif dan semakin kecil ukuran partikel karbon aktif maka semakin kecil nilai berat jenis yang diperoleh. Namun pada penelitian ini, ukuran partikel tidak memberikan berpengaruh yang nyata terhadap nilai berat jenis, hal ini disebabkan karena *impurities* (pengotor) atau sisa-sisa penggorengan yang mengendap pada minyak jelantah lebih banyak berkurang pada saat proses penyaringan. Hal ini sejalan dengan penelitian Miskah *et al.* (2018) dimana semakin lama waktu kontak karbon aktif maka berat jenis semakin menurun, karena adsorben

dapat mengadsorpsi dengan baik sehingga *impurities* (pengotor) menurun. Hasil penelitian Juliana *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa ukuran dari adsorben tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata penurunan nilai berat jenis pada minyak jelantah.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> dan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> memberikan hasil terbaik dalam penurunan berat jenis yaitu 0,88, 0,91, dan 0,87. Hal ini menunjukkan karbon aktif dari kulit singkong mampu menurunkan berat jenis minyak jelantah yang sesuai dengan SNI 01-3741-2002 yaitu 0,92.

### Penilaian Sensori Warna

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan ukuran partikel, waktu kontak, dan antara interaksi ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif tersebut memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap uji deskriptif warna minyak jelantah. Ukuran partikel dan interaksi ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap uji hedonik warna, namun waktu kontak memberikan pengaruh berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap uji hedonik warna minyak jelantah. Rata-rata hasil penelitian sensori terhadap warna pada minyak jelantah setelah diuji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Uji warna minyak jelantah

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2jam)	B <sub>2</sub> (4jam)	B <sub>3</sub> (6jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	1,56 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,53 <sup>b</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	1,43 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	1,44 <sup>b</sup>
Rata-rata	1,50 <sup>a</sup>	1,51 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ) menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Skor deskriptif: 1= Cokelat; 2= Kuning kecokelatan; 3= Agak kuning; 4= Kuning.

Ukuran partikel memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap penilaian warna secara deskriptif. Penilaian panelis secara deskriptif terhadap warna minyak jelantah

memiliki rata-rata yang berkisar antara 1,44-1,53 (cokelat hingga kuning kecokelatan). Hasil sidik ragam pada Tabel 6 menunjukkan bahwa penilaian warna secara deskriptif pada perlakuan



B<sub>1</sub> berbeda tidak nyata dengan penilaian warna secara deskriptif pada perlakuan B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub>. Penilaian panelis secara deskriptif terhadap

warna minyak jelantah memiliki rata-rata yang berkisar antara 1,41-1,51 (cokelat hingga kuning kecokelatan).

Tabel 7. Uji warna minyak jelantah

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2jam)	B <sub>2</sub> (4jam)	B <sub>3</sub> (6jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	1,43 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	1,38 <sup>b</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	1,32	1,32 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	1,32 <sup>b</sup>
Rata-rata	1,38 <sup>b</sup>	1,26 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ) menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Skor hedonik: 1= Tidak suka; 2= Agak tidak suka; 3= Agak suka; 4= Suka.

Hasil sidik ragam pada Tabel 7 menunjukkan bahwa penilaian warna secara hedonik pada perlakuan B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan penilaian warna secara hedonik pada perlakuan B<sub>2</sub> dan B<sub>3</sub>. Penilaian panelis secara hedonik terhadap minyak jelantah memiliki rata-rata 1,26-1,42 (tidak suka). Hal ini dikarenakan waktu kontak karbon aktif dapat membuat warna minyak jelantah menjadi sedikit berbeda yaitu warna cokelat hingga kuning kecokelatan (Tabel 6), namun hasil uji sensori menunjukkan bahwa panelis masih tidak suka dengan warna yang diperoleh walaupun waktu kontak dapat mempengaruhi hasil dari warna minyak jelantah tersebut.

Warna minyak jelantah pada hasil penilaian sensori terhadap uji deskriptif warna pada penelitian ini yaitu cokelat hingga kuning kecokelatan. Penyerapan warna pada penelitian ini tidak maksimal dikarenakan karbon aktif telah mencapai titik jenuh. Menurut Haryati *et al.* (2009), ketika adsorben telah mencapai kejenuhan, adsorben akan ikut terlarut dalam minyak. Adsorben yang terlarut akan sulit terpisahkan ketika proses penyaringan karena bertambahnya hambatan minyak untuk mengalir sehingga warna minyak jelantah hasil penyaringan menjadi tidak bagus.

### Kejernihan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan waktu kontak, dan interaksi antara

faktor ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif tersebut memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kejernihan minyak jelantah, namun ukuran partikel karbon aktif tersebut memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kejernihan minyak jelantah. Rata-rata hasil penelitian sensori terhadap kejernihan pada minyak jelantah setelah diuji lanjut dengan DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 8.

Hasil sidik ragam pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penilaian kejernihan minyak jelantah secara deskriptif. Rata-rata penilaian panelis secara deskriptif terhadap kejernihan minyak jelantah berkisar antara 3,50-3,70 (jernih). Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaan adsorben tersebut. Luas permukaan adsorben yang besar dapat menyerap zat pengotor dan senyawa lainnya, sehingga minyak yang diperoleh menjadi lebih jernih. Menurut Syauqiah *et al.* (2011), salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah luas permukaan, dimana semakin luas permukaan adsorben makin banyak zat yang teradsorpsi. Hasil penelitian Barau *et al.* (2015) menyatakan hasil adsorpsi pada parameter kejernihan, ukuran partikel yang lebih besar diperoleh minyak jelantah yang lebih jernih dibandingkan ukuran partikel yang lebih kecil.

Tabel 8. Kejernihan minyak jelantah.

Ukuran Partikel Karbon Aktif	Waktu Kontak Karbon Aktif			Rata-rata
	B <sub>1</sub> (2jam)	B <sub>2</sub> (4jam)	B <sub>3</sub> (6jam)	
A <sub>1</sub> (ukuran 60 mesh)	3,43 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	3,66 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>
A <sub>2</sub> (ukuran 100 mesh)	3,70 <sup>a</sup>	3,70 <sup>a</sup>	3,70 <sup>a</sup>	3,70 <sup>b</sup>
Rata-rata	3,56 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	3,68 <sup>a</sup>	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom menunjukkan berbeda tidak nyata (P>0,05) menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Skor deskriptif: 1= Keruh; 2= Agak keruh; 3= Agak jernih; 4= Jernih.

### Penentuan Minyak Goreng Terpilih

Produk pangan yang berkualitas baik harus memenuhi syarat mutu yang telah ditentukan dan memiliki penilaian sensori yang disukai oleh panelis. Indonesia memiliki standar

mutu minyak goreng yang mengacu pada SNI 01-3741-2002. Penentuan minyak goreng terpilih berdasarkan parameter kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, berat jenis serta penilaian sensori dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi minyak goreng terpilih

Parameter uji	Standar	Perlakuan					
		A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
1. Analisis kimia							
Kadar air (%)	10-20%*	0,35 <sup>c</sup>	0,31 <sup>d</sup>	0,28 <sup>c</sup>	0,26 <sup>c</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>
Bilangan peroksida (meq/Kg)	0,78-0,91*	2,12 <sup>c</sup>	1,59 <sup>d</sup>	1,45 <sup>c</sup>	1,32 <sup>b</sup>	1,19 <sup>b</sup>	0,59 <sup>a</sup>
Asam lemak bebas		2,24 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	1,81 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,64 <sup>a</sup>
Berat jenis		0,94 <sup>d</sup>	0,92 <sup>c</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,93 <sup>d</sup>	0,91 <sup>b</sup>	0,88 <sup>a</sup>
2. Penilaian sensori							
Warna	Normal***	1,56 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>
Kejernihan	Normal***	3,43 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	3,66 <sup>b</sup>	3,70 <sup>a</sup>	3,70 <sup>a</sup>	3,70 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda Tidak nyata. P>0,05) menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

\*\*\* SNI (2002).

Berdasarkan analisis kimia dan sensori, minyak goreng perlakuan terpilih yaitu perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> dengan ukuran partikel karbon aktif kulit singkong 100 mesh dan lama pengontakan karbon aktif kulit singkong 6 jam. Perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> memiliki kadar air sebesar 0,19%. Perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> terhadap kadar air telah memenuhi SNI 01-3741-2002 yaitu dibawah 0,30%, dan sejalan dengan kadar air minyak jelantah hasil penelitian Mangallo (2014) tentang efektifitas arang aktif

kulit salak pada pemurnian minyak jelantah yaitu 0,15%.

Bilangan peroksida terbaik sebesar 0,59 meq/kg terdapat pada perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>. Perlakuan ini telah memenuhi SNI 01-3741-2002 dimana bilangan peroksida tidak melebihi 10 meq/Kg. Hasil penelitian ini sejalan dengan bilangan peroksida minyak jelantah hasil penelitian Nasrun (2009) tentang pemurnian minyak jelantah menggunakan arang aktif sekam padi yaitu 1,6 meq/kg.

Perlakuan terbaik asam lemak bebas sebesar 1,64% pada perlakuan  $A_2B_3$ . Asam lemak bebas pada minyak jelantah sebelum dimurnikan dengan kulit singkong yaitu 2,8% dan setelah dimurnikan menjadi 1,64%. Hasil penelitian belum memenuhi SNI 01-3741-2002. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Juliana (2015) tentang pemanfaatan buah mengkudu sebagai adsorben untuk meningkatkan mutu minyak jelantah, diperoleh hasil asam lemak bebas sebesar 0,11%.

Perlakuan berat jenis yang terbaik adalah  $A_1B_3$  dan  $A_2B_3$  sebesar 0,88 g/L. Perlakuan ini sudah memenuhi SNI 01-3741-2002 yaitu tidak melebihi 0,90 g/L. Penelitian ini sejalan dengan berat jenis minyak jelantah hasil penelitian Juliana (2015) tentang pemanfaatan buah mengkudu sebagai adsorben untuk meningkatkan mutu minyak jelantah diperoleh berat jenis minyak jelantah 1,8 g/L yang telah mengalami penurunan pada saat proses pemurnian.

Penilaian sensori secara deskriptif terhadap warna dan kejernihan minyak jelantah belum memenuhi SNI 01-3741-2002 yaitu dalam keadaan normal. Perlakuan  $A_2B_3$  memiliki warna kuning kecokelatan (1,56) dan jernih (3,70). Penilaian sensori secara hedonik minyak jelantah yang telah dimurnikan pada perlakuan  $A_2B_3$  agak tidak disukai oleh panelis secara keseluruhan.

## KESIMPULAN

Perlakuan ukuran partikel karbon aktif dari kulit singkong berpengaruh terhadap kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas dan penilaian uji sensori terhadap kejernihan secara deskriptif. Perlakuan waktu kontak karbon aktif dari kulit singkong berpengaruh terhadap kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, berat jenis, penilaian uji sensori terhadap warna secara hedonik, serta interaksi antara kedua faktor tersebut berpengaruh pada nilai kadar air, bilangan peroksida, asam lemak bebas, berat jenis, penilaian uji sensori terhadap kejernihan secara deskriptif, warna secara hedonik.

Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan  $A_2B_3$  yaitu pemurnian minyak jelantah menggunakan karbon aktif dari kulit singkong dengan ukuran partikel 100 mesh dan waktu kontak selama 6 jam. Hasil pemurnian

yang dilakukan diperoleh kadar air 0,19%, bilangan peroksida 0,59 meq/kg, ALB 1,64% dan berat jenis 0,88. Penilaian sensori secara keseluruhan agak tidak disukai oleh panelis dengan deskripsi warna kuning kecokelatan, dan jernih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asip, F., Ridha M., Husna. 2008. Uji efektivitas cangkang telur dalam mengadsorpsi ion Fe dengan proses *batch*. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol:17(2) 22-26.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik. Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Palawija. Badan Pusat Statistik Nasional. Riau.
- Baker, F.S., Miller, C.E., Repik A.J., dan Tollens, E.D. 1997. Activated carbon, Di dalam : Ruthven DM, editor. *Encyclopedia of Separation Technology, Volume 1 (A Kirk Othmer Encyclopedia)* J Wiley, New York.
- Barau, F., Nuryanti, S., Pursitasari, I.D. 2015. Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) sebagai Pengadsorpsi Minyak Jelantah. *Jurnal Akademika Kimia*. Vol:4(1) 8-16.
- Chand, B., Roop dan Meenakshi Goyal. 2005. *Active Carbon Adsorption*. Lewis Publisher, United States.
- Chatzilazarou, A., Gartzzi, O., Lalas, S., Zoidis, E., Tsaknis, J. 2006. *Phycochemical Changes of Olive Oil During Frying*. *Journal Food Lipids*. Vol:13 27-35.
- Dinas Tanaman Pangan dan Perkebunan Provinsi Riau. 2019. *Buku Statistik Pangan Tahun 2019*. Pekanbaru.
- Fuadi, A.R., Lisa Febrina., Daniel Krisdianto. 2010. Pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu sebagai adsorben. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol:17(1) 7-14.
- Haryati, K., Rahmawati, D.E., Sari, I.H. 2009. Potensi Bentonit sebagai Penjernih Minyak Goreng Bekas. [http://eprints.undip.ac.id/1\\_4\\_5\\_8\\_/1\\_/makalah\\_seminar\\_penelitian\\_dias\\_n\\_indeh.pdf](http://eprints.undip.ac.id/1_4_5_8_/1_/makalah_seminar_penelitian_dias_n_indeh.pdf). Diakses 27 Agustus 2019.
- Ikawati dan Melati. 2009. Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. *Prosiding Seminar Nasional Peran Teknik Kimia dalam*

- Menjamin Ketahanan Pangan dan Energi Nasional. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI) ISBN 978-979-98300-1-2. Jakarta.
- Juliana, I.N., Gonggo, S.T., Said, I. 2015. Pemanfaatan Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) sebagai Adsorben untuk Meningkatkan Mutu Minyak Jelantah. *Jurnal Akademika Kimia*. Vol:4(4) 181-188.
- Mahmud, M.K., Hermana., Rozanna, R. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Mangallo, B., Susilowati., Wati, S.I. 2014. Efektifitas Arang Aktif Kulit Salak pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Chem. Prog.* Vol: 7(2): 58-65
- Maulinda, L., Nasrul, Z.A., Sari, D.S. 2015. Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku karbon aktif. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol:4(2) 11-19.
- Miskah, S., Apriani, R., Miranda, D. 2009. Pengaruh Waktu Reaksi dan Kecepatan Pengadukan terhadap Konversi Biodiesel dari Lemak Ayam dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*. Vol:23(1) 57-66.
- Nafi'ah, R. 2016. Kinetika Adsorpsi Pb (II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*. Vol:1(2) 28-36.
- Nasrun, D., Samangun, T., Iskandar, T., Ma'sum, Z. 2009. Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Arang Aktif Sekam Padi. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/898/701>. Diakses 28 Agustus 2019.
- Nufida, B.A, Kurnia, N., Kurnianingsih, Y. 2014. Aktivasi Tanah Liat dan Tanah Awu Secara Asam dan Penggunaannya sebagai Adsorben untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya*. 103-110.
- Putri, Ariyani A.R., Eka, R.P., Fathoni, R. 2017. Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku arang aktif dengan variasi konsentrasi NaOH dan suhu. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol:6(1) 7-10.
- Rizqi, A.P., Umi, L.K., Widowati, E. 2014. Karakterisasi karbon aktif kulit singkong (*Manihot utilissima*) dengan variasi jenis aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol:7(2) 70-75.
- SNI. 1995. Minyak Goreng BSN (Badan Standarisasi Nasional). Jakarta.
- SNI. 2002. Minyak Goreng BSN (Badan Standarisasi Nasional). Jakarta.
- Syauqiah, S., Amalia, M., Kartini, H.A. 2011. Analisis variasi waktu dan kecepatan pengadukan pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif. *Jurnal Info Teknik*. Vol:12(1) 11-20.
- Wahyu, D.A., dan Nur, M.H. 2012. Optimasi pencampuran *carbon active* dan bentonit sebagai adsorben dalam penurunan kadar FFA (*free fatty acid*) minyak goreng bekas melalui proses adsorpsi. <http://eprints.undip.ac.id/36695>. Diakses 27 Januari 2018.
- Wenti, A.W. 2009. Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas dari KFC dengan Menggunakan Adsorben Karbon Aktif. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yamliha, A., Dwi, A.B., Agung, N.W. 2013. Pengaruh Ukuran Zeolit terhadap Penyerapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada Aliran Bio Gas. *Jurnal Bioproses Komuditas Tropis*. Vol:1(2) 67-72.