



**Tepung Tapioka, Kentang, dan Jagung sebagai Purifikasi Minyak Goreng Bekas
(Kajian Kadar Malondealdehid, Asam Lemak Bebas, dan Tingkat Kekeuhan)**

***Tapioca, Potato, and Corn Starch as Purifying Agent of Used Cooking Oil (Study Of
Malondialdehyde, Free Fatty Acids and Turbidity Levels)***

Jatmiko Susilo ⁽¹⁾, Siswanta Jaka Purnama ⁽²⁾, Salsabiela Dwiudrisa Suyudi ⁽³⁾
⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾Program Studi Farmasi Fakultas Kesehatan, Universitas Ngudi Waluyo, Ungaran,
Indonesia.

Email Korespondensi: jmikosusilo@gmail.com

ABSTRAK

Konsumsi minyak goreng yang dipanaskan berulang kali dan asapnya menyebabkan tingginya insiden genotoksik, mutagenik, tumorogenik, dan berbagai jenis kanker. Amilosa mempengaruhi penyerapan minyak dengan mengganggu evolusi struktural amilum atau dengan berinteraksi langsung dengan lipid selama penggorengan. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh tepung tapioka, kentang, dan jagung terhadap peningkatan kualitas minyak bekas goreng dengan kajian kadar malondealdehid (MDA), Asam lemak bebas (ALB) dan tingkat kekeuhan. Penelitian eksperimental dengan desain pre-test dan post-test, menggunakan tepung tapioka, kentang dan jagung (5 ; 10 dan 20 g) sebagai pemurni dalam 100 ml minyak bekas goreng. Penggorengan tepung dilakukan pada suhu 160-165 °C selama 5 menit. Kadar MDA ditetapkan menggunakan metoda TBARs spektrofotometri pada λ_{maks} :532 nm, alkalimetri untuk menetapkan kadar ALB, sedangkan tingkat kekeuhan dengan spektrofotometri pada λ_{maks} :448 nm dengan pembanding minyak goreng baru. Hasil penelitian ini adalah ketiga jenis tepung mampu menurunkan kadar MDA, ALB, dan kekeuhan ($p < 0,001$). Jenis tepung mengalami penurunan ($p > 0,5$), sedangkan jumlah tepung mengalami penurunan kadar MDA dan kekeuhan ($p < 0,0001$), tetapi kadar ALB ($p > 0,5$). Penelitian ini telah membuktikan tepung (tapioka, terigu, dan jagung) mampu meningkatkan kualitas minyak goreng bekas dengan menurunkan kadar MDA, ALB dan tingkat kekeuhan.

Kata Kunci: Asam Lemak Bebas, Jelantah, Kekeuhan, MDA, Tepung

ABSTRACT

Consumption of repeating heated cooking oil, and its fumes cause a high incidence of genotoxic, mutagenic, tumorogenic, and various types of cancer. Amylose affects oil absorption by interfering with the structural evolution of starch or by interacting directly with lipids during frying. This study aimed to analyze the effect of tapioca, potato, and corn flour on improving the quality of used cooking oil by studying malondialdehyde (MDA) levels. Free fatty acids (ALB) and turbidity levels. Experimental research with pre-test and post-test designs, using tapioca, potatoes and corn flour (5; 10 and 20 g) as purifiers in 100 ml of used cooking oil. Flour frying is carried out at a temperature of 160-165 °C for 5 minutes. MDA levels were determined using the spectrophotometric TBARs method at λ_{max} : 532 nm, alkalimetry to determine ALB levels, while the turbidity level was spectrophotometric at λ_{max} : 448 nm with comparison to fresh cooking oil. The three types of flour were able to reduce levels of MDA, ALB, and turbidity ($p < 0.001$). The type of flour decreased ($p > 0.5$), while the amount of flour decreased MDA and turbidity levels ($p < 0.0001$), but ALB levels ($p > 0.5$). This research has proven that flour (tapioca, wheat and corn) can improve the quality of used cooking oil by reducing MDA, ALB and turbidity levels.

Keywords: Flour, Free Fatty Acids, MDA, Cooking Oil

PENDAHULUAN

Minyak goreng selama pemanasan mengalami proses oksidasi asam lemak dan triasilgliserol (Santos *et al.* 2019). membentuk senyawa polimer atau siklik (Dobarganes, & Márquez-Ruiz, 2015), hilangnya senyawa volatil dan pembentukan hidrokarbon aromatik polisiklik (Szabo *et al.*, 2022). Pemanasan juga dapat menurunkan kandungan *polyunsaturated fatty acid* (PUFA) serta peningkatan asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*, SFA) (Multari *et al.* 2019). Selain itu juga akan menghasilkan asam lemak bebas, dan peroksida.

Peroksida merupakan radikal bebas atau ROS (*reactive oxygen species*) yang dapat menyerang lipid, *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) maupun protein berakibat cedera pada sel, jaringan dan organ dengan munculnya berbagai jenis penyakit sebagai konsekuensinya (Giera *et al.* 2012). Konsumsi tinggi dan berlangsung lama menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas (ALB) plasma yang dikaitkan dengan diabetes melitus tipe 2 (DMT2) dan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular. Lemak makanan dan perubahan metabolisme lipid mungkin berkontribusi dalam proses ini (I S Sobczak *et al.* 2019).

Beberapa penelitian untuk meningkatkan kualitas minyak bekas goreng antara lain oleh menggunakan tepung lengkuas untuk meningkatkan kejernihan minyak (Bahri, 2019), dan menggunakan arang bonggol jagung untuk menjernihkan minyak dan menurunkan ALB dengan menggunakan karbon dari tongkol jagung (Hidayati, 2016), demikian halnya penggunaan adsorben kulit kacang tanah (Mardiana, & Santoso, 2020), dan tandan kosong kelapa sawit (Yustinah *et al.* 2017).

Namun belum ditemukan penelitian

menggunakan tepung tapioca, kentang dan jagung. Penelitian ini didasarkan pada kandungan amilosa dalam amilum atau tepung yang dapat mempengaruhi penyerapan minyak dengan mengganggu evolusi struktural amilum atau dengan berinteraksi langsung dengan lipid selama penggorengan (Chen *et al.* 2019).

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh tepung tapioka, terigu, dan jagung terhadap peningkatan kualitas minyak bekas goreng.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian eksperimental dengan rancangan *pre-posttest with control groups*.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

O1 -----P-----O2

Kelompok	O1	O2
MM		
TT1		
TT2	Kadar MDA	Kadar MDA
TT3	Kadar ALB	Kadar ALB
TJ1	Tingkat	Tingkat
TJ2	kekeruhan	kekeruhan
TJ3		
TK1		
TK2		
TK3		

P : penggorengan; O1: *pre-test* 1; O2: *post-test*; MM: minyak goreng baru; TT : Tapioka; TJ: Jagung; TK: Kentang. 1 : berat tepung 5g; 2 berat tepung 10 g; 3: Berat tepung 20 g

Alat dan Bahan

Alat: spektrofotometer UV-Vis, hot pate with stirer, neraca, wajan, alat gelas. Bahan : minyak murni, minyak bekas goreng, TBARs, NaOH, indikator fenoltalein (PP). Asam asetat glasial, *tetraethoxypropane* (TEP), *butylated hydroxytoluene* (BHT)

Prosedur Kerja

Pengukuran masing masing parameter dilakukan sebelum dan sesudah pemanasan (penggorengan). Sebanyak 50

ml minyak bekas goreng dimasukkan ke dalam wajan, masing-masing tepung (tapioka, jagung dan kentang) ditimbang sesuai berat (2,5; 5 dan 10 g) dimasukkan masing ke dalam wajan. Panaskan minyak pada 160 -165 °C dan dijaga suhu tersebut tetap konstan dengan menggunakan *Hot plate with stirer* selama 5 menit. Dibiarkan dingin kemudian dilakukan analisa masing-masing parameter dan dilakukan pengulangan 5 kali.

Penetapan kadar MDA

Pembuatan Reagen TBA

Larutan standar 4.0 mM TBA rp (*recent paratus*) disiapkan dalam asam asetat glasial. Untuk tujuan ini, 57,66 mg TBA dilarutkan dalam 100 mL asam asetat glasial (Zeb, & Ullah, 2016).

Standar Kalibrasi

Larutan stok standar TEP (1 mM) disiapkan dalam asam asetat glasial. TEP (31,35 mg) ditimbang secara akurat dan dilarutkan dalam 100 mL pelarut. Dari larutan stok, berbagai konsentrasi 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, dan 0,8 mM disiapkan. Kurva kalibrasi dibuat dalam rentang konsentrasi 0,1 hingga 1,0 mM (Zeb, & Ullah, 2016).

Ekstraksi TBARs dalam minyak

Satu ml dari masing-masing sampel diambil dalam tabung reaksi 25 mL dan 5 mL pelarut. Pelarutnya adalah 100% asam asetat glasial (AA) atau 50% asam asetat glasial dalam air (AW). BHT (0,01%) digunakan untuk mencegah oksidasi media lebih lanjut. Sampel dikocok selama 1 jam dan disaring. Filtrat disentrifugasi, bila diperlukan, dan digunakan untuk analisis (Zeb & Ullah, 2016).

Prosedur Analitis

Larutan TEP standar (1 mL)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

diambil dalam tabung reaksi 10 mL dan dicampur dengan TBA (1 mL). Campuran dipanaskan dalam penangas air mendidih pada suhu 95°C selama 60 menit. Tabung reaksi didinginkan pada suhu kamar dan absorbansi diukur pada 532 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis PharmaSpec 1700 (Shimadzu, Jepang). Setiap standar untuk kalibrasi diulang 3 kali menurut prosedur di atas. Sampel kosong diulang 5 kali mengganti standar atau sampel dengan asam asetat atau air (Zeb, & Ullah, 2016).

Masing-masing sampel (1 mL) dicampur dengan 1 mL reagen TBA dan prosedur di atas diulang lima kali (n=5).

$$TBARs (\mu g/g) = (AC \times V)/W$$

dimana AC : jumlah yang ditentukan dari kurva kalibrasi dan W: berat sampel (g), V: volume (mL) atau faktor pengenceran dari total sampel yang dibuat (Zeb, & Ullah, 2016).

Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas

Dimasukkan minyak bekas goreng 1 ml ke dalam erlenmeyer, ditambahkan IPA 10 mL, kemudian digoyang. Ditambahkan 3 tetes indikator PP, dititrasi dengan larutan NaOH 0.1%. dan dicatat volume larutan NaOH 0.1% serta dihitung kadar ALB (%).

$$\text{Kadar ALB (\%)} = \frac{ml \text{ NaOH} \times N \times BM}{g}$$

Penetapan tingkat kekeruhan

Ditetapkan panjang gelombang 448 nm pada spektrofotomer UV-Vis,

Analisa Data

Data pengaruh kadar dan jenis amilum terhadap penurunan kadar MDA dan ALB dan tingkat kekeruhan dianalisa menggunakan uji Anova satu jalan, dilanjutkan uji Pos Hoc.

Tabel 2. Pengaruh jenis dan berat tepung terhadap penurunan kadar MDA

Perlakuan	Penurunan Kadar MDA (%)					pAnova.
	Murni	Minyak Bekas goreng	Tapioka	Kentang	Jagung	
5 gram	9.44 ± 1.69	2.29 ± 0.45	-8.02 ± 0.64	-12.57 ± 1.78	-14.23 ± 2.89	<0.001
10 gram	9.44 ± 1.69	2.29 ± 0.45	-14.23 ± 3.09	-18.95 ± 3.32	-19.19 ± 2.27	<0.001
20 gram	9.44 ± 1.69	2.29 ± 0.45	-25.47 ± 2.32	-24.47 ± 2.62	-26.23 ± 3.71	<0.001
pAnova	>0.05	>0.05	<0.001	<0.001	<0.001	

Pada kelompok minyak murni, proses pemanasan menyebabkan peningkatan kadar MDA (9.44 ± 1.69 %), sedangkan pada minyak bekas goreng yang digoreng ulang terjadi peningkatan kadar MDA sebesar (2.29 ± 0.45 %) secara bermakna.

Hasil ini membuktikan bahwa proses pemanasan menyebabkan peroksidasi lipid dengan ditandai peningkatan kadar lipid peroksida yang ditunjukkan oleh kadar MDA.

Tabel 3. Pengaruh jenis dan berat tepung terhadap penurunan kadar ALB

Perlakuan	Penurunan Kadar ALB (%)					pAnova.
	Murni	Minyak Bekas goreng	Tapioka	Kentang	Jagung	
5 gram	111.03 ± 50.54	17.14 ± 4.30	-39.87 ± 4.97	-35.61 ± 7.81	-40.07 ± 6.07	<0.001
10 gram	111.03 ± 50.54	17.14 ± 4.30	-40.73 ± 3.28	-36.31 ± 8.22	39.41 ± 6.07	<0.001
20 gram	111.03 ± 50.54	17.14 ± 4.30	-43.36 ± 4.48	-39.19 ± 3.69	-35.77 ± 6.93	<0.001
pAnova	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	

Tabel 3. menunjukkan penurunan kadar ALB akibat pemberian tepung secara

bermakna, tetapi jenis dan berat tepung ada perbedaan tidak bermakna.

Tabel 4. Pengaruh jenis dan berat tepung terhadap penurunan kekeruhan

Perlakuan	Penurunan Kekeruhan (%)*				pAnova
	Minyak Bekas goreng	Tapioka	Kentang	Jagung	
5 gram	2.61 ± 1,03	0.49 ± 1,13	-0,51 ± 0,29	-0,55 ± 0,81	<0,001
10 gram	2.61 ± 1,03	-17,48 ± 2,74	-16,17 ± 0,79	-17,92 ± 5,11	<0,001
20 gram	2.61 ± 1,03	-11,19 ± 2,47	-10,78 ± 7,05	-10,99 ± 3,68	<0,001
pAnova	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	

*dibandingkan dengan minyak murni

Tabel 4 menunjukkan jenis dan berat tepung yang digunakan berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan minyak jelantah secara bermakna. Penurunan tertinggi pada penggunaan 10 g, diikuti 20 dan 5 g, sedangkan jenis tepung yang digunakan tidak berbeda bermakna.

Pembahasan

Nilai *Thiobarbituric acid* (TBA) sangat rendah untuk sampel minyak yang

berasal dari penggorengan terus menerus (Hassanien, & Sharoba, 2014). Hal ini disebabkan rendahnya konsentrasi asam lemak dengan dua ikatan rangkap atau lebih (PUFA) dalam minyak goreng.

Pemanasan dan penggorengan selama 30 menit meningkatkan kandungan *trans-fatty acids* (TFA) dari setiap minyak nabati yang diselidiki bahkan pada suhu yang lebih rendah (180 °C) (Bhardwaj *et al.* 2016), sedangkan nilai yang lebih tinggi

ditemukan pada suhu yang lebih tinggi dan setelah pemanasan/penggorengan ulang (Hudkins *et al.* 1999). Pembentukan TFA dapat bergantung pada beberapa faktor, seperti jenis minyak, dan waktu pemanasan (Santos *et al.* 2019), serta cara memasak (misalnya, memanaskan, menggoreng, menumis) (Cui *et al.* 2017).

Pembentukan kompleks amilum-lipid menghambat pembengkakan granula amilum dan mencegah masuknya amilase ke interior. Selain itu, hasil stabilitas oksidasi minyak goreng menunjukkan bahwa pembentukan kompleks amilum-lipid tidak mengubah tren oksidasi lipid sebagai efek dari terbatasnya jumlah kompleks amilum-lipid. Kekuatan gaya antarmolekul adalah potato goreng > jagung goreng > pati jagung tinggi amilosa goreng > gandum goreng. (Szabo *et al.* 2022; Ganesan *et al.* 2019). Pati dengan interaksi yang kuat dapat mempertahankan keutuhan granula, dan mengikat air lebih erat.

Konsumsi minyak goreng yang dipanaskan berulang (*Recycling cooking oils*, RCO) dan asapnya menyebabkan tingginya insiden genotoksik, mutagenik, tumorogenik, dan berbagai kanker. (Ganesan, K., Sukalingam, K., & Xu, 2019). Dalam studi toksisitas berbasis sel, *lipid oxidation products* (LOPs), seperti MDA, 4-HNE, 4-oxo-bobebal, dan acrolein, dapat menyebabkan efek peningkatan kolesterol total plasma dan kadar kolesterol lipoprotein densitas rendah (LDL) (Sousa *et al.* 2017), paparan senyawa beracun ini berikatan dengan protein dan DNA (Xie *et al.* 2016; Zhong, H., & Yin, 2015).

Mekanisme umum toksisitas aldehida (MDA) melibatkan pembentukan adisi dengan biomolekul seperti DNA dan protein. Aldehida yang sangat beracun menonaktifkan sel secara eksklusif oleh kerusakan protein. Data Xie *et al.* (2016) menunjukkan bahwa ikatan silang (*crosslinks*) antar untai DNA, bukan ikatan

silang protein-DNA, dan pemutusan untai ganda DNA, adalah kerusakan DNA sitotoksik kritis yang disebabkan oleh aldehida.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan ketiga tepung tersebut dapat menurunkan kadar MDA minyak bekas goreng secara bermakna. Semakin tinggi tepung yang ditambahkan (digoreng) semakin baik kualitas minyak. Jenis tepung memiliki pengaruh penurunan secara tidak bermakna.

Asam lemak bebas (ALB) diproduksi oleh hidrolisis minyak dan lemak. Selain oksidasi langsung, hidrolisis lipid merupakan alasan dominan pembentukan ALB ketika minyak memasuki tahap kedua oksidasi lipid. ALB dapat bertindak sebagai pro-oksidan dalam minyak dengan mempercepat laju dekomposisi hidroperoksida. Dengan demikian, kandungan ALB yang tinggi dalam minyak dapat menyebabkan oksidasi lebih lanjut dan mengarah pada pengembangan rasa dan rasa yang tidak enak pada minyak (Sakaino *et al.* 2020).

Kadar ALB tergantung pada waktu, suhu, dan kadar air karena minyak dan lemak melalui pemutusan ikatan ester akibat aksi lipase, terpapar berbagai lingkungan seperti penyimpanan, kelembaban, pengolahan, pemanasan, atau penggorengan. Kandungan ALB merupakan salah satu perhatian terpenting dalam pemurnian minyak nabati. ALB sering digunakan untuk menunjukkan kualitas minyak dan kesesuaiannya untuk dimakan (Chew *et al.* 2020).

Kompleks yang terbentuk antara amilum dan asam lemak atau ester asam lemak bergantung pada panjang rantai lipid. Pembentukan kompleks amilum-lipid dapat secara signifikan mengurangi penyerapan minyak amilum, dan kompleks dengan indeks pengompleks yang lebih tinggi memiliki penyerapan minyak yang lebih rendah. Penelitian membuktikan kompleks amilum-asam palmitat menunjukkan

penyerapan minyak paling rendah setelah penggorengan, yaitu 14,06 g per 100 g lebih rendah daripada amilum yang digelatinisasi. Hal ini disebabkan oleh kemampuan asam palmitat untuk meningkatkan densitas polimorf kristal amilum serta kemampuannya untuk membentuk kompleks dengan rongga spiral amilosa (Luo *et al.* 2023). Hasilnya menunjukkan bahwa kompleks amilum-lipid terbentuk dengan perpanjangan penggunaan minyak goreng; namun, jumlahnya tidak bergantung pada siklus hidup minyak goreng.

Peningkatan ALB mengganggu konversi triasilgliserol dan β -oksidasi menghasilkan lipid beracun (*diacylglycerol* dan *ceramides*), yang menyebabkan stres oksidatif dan stres retikulum endoplasma, disfungsi mitokondria, dan pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS) (Römer *et al.* 2021).

Asam lemak bebas (ALB) merupakan sumber bahan bakar penting yang dibutuhkan untuk produksi energi seluler yang efisien. ALB memasuki mitokondria melalui carnitine palmitoyltransferase 1 (CPT1) dan menjalani β -oksidasi untuk menghasilkan asetil-KoA. Aktivasi asam lemak membutuhkan pembentukan ikatan thioester dengan Koenzim A, suatu proses yang bergantung pada ATP yang dilakukan oleh sintetase asil-KoA (Alves-Bezerra, & Cohen, 2017).

Peningkatan β -oksidasi melemahkan penyerapan FFA mitokondria lebih lanjut melalui pembentukan malonyl CoA, penghambat CPT1. Kelebihan FFA secara kritis menginduksi pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS), menghasilkan lipotoksisitas yang terkait dengan stres ER, disregulasi kalsium, disfungsi mitokondria, dan kematian sel (Ly *et al.* 2017).

Metabolisme ALB dapat menghasilkan pensinyalan pro atau anti-inflamasi. Beberapa ALB rantai panjang

tak jenuh ganda (PUFA) merupakan prekursor pereda inflamasi, sementara asam lemak jenuh (SFA) merupakan prekursor agen pro dan anti-inflamasi dengan mengaktifkan *toll-like receptor-4* (TLR-4), yang jalur pensinyalnya merangsang sitokin proinflamasi (IL-1 β , IL-6, TNF- α) (I S Sobczak & Blindauer, 2019).

Penelitian ini membuktikan bahwa ketiga jenis tepung mampu menurunkan kadar ALB minyak goreng bekas goreng secara bermakna, namun pengaruh jumlah tepung yang digoreng menunjukkan penurunan kadar ALB secara tidak bermakna.

Indikasi visual dan cara cepat untuk menguji kualitas minyak adalah warna. Pada penelitian ini terjadi perubahan yang signifikan dari warna kuning minyak menjadi warna kemerahan pekat setelah dipemanaskan. penggelapan warna minyak mungkin disebabkan oleh oksidasi otomatis dan termal fosfolipid (Latha & Nasirullah, 2014). Pembentukan keton, asam dienoat dan peroksida meningkat, mengakibatkan minyak menjadi gelap (Tarmizi & Ismail R, 2016).

Minyak goreng pada suhu tinggi meningkatkan fungsi sensorik, termasuk warna coklat dan aroma yang unik. Reaksi kimia mengubah sifat fisikokimia minyak goreng dan akhirnya mengurangi massa dan volumenya, yang mengarah ke produksi banyak produk sampingan (Nayak *et al.* 2013).

Sampel minyak goreng yang gelap menunjukkan nilai *lightness* (L*), kemerahan (a*) dan *yellowness* (b*) yang lebih tinggi selama penggorengan, ketika dinilai dengan colorimeter Hunter (Tarmizi & Ismail, 2016). Oleh karena itu temuan menunjukkan bahwa penggelapan dianggap sebagai fenomena yang berguna karena mencegah penggunaan terus-menerus minyak nabati yang telah mengalami kerusakan yang berlebihan (Nayak *et al.*, 2013).

Amilum dengan kandungan amilosa rendah (*low amylose*, LA), menengah (*intermediate amylose*, IA), dan tinggi (*high amylose*, HA) dipanaskan dalam minyak untuk meniru proses penggorengan, dan dampak kandungan amilosa pada struktur hierarkis dan penyerapan minyak dari amilum goreng. Amilosa memengaruhi penyerapan minyak dengan mengganggu evolusi struktural amilum atau dengan berinteraksi langsung dengan lipid selama penggorengan.

Pada tingkat kelembaban rendah (20%), keadaan butiran dipertahankan setelah penggorengan sehingga ukuran dan porositas butiran memainkan peran dominan dalam proses penyerapan minyak, menjelaskan mengapa penyerapan minyak tertinggi terjadi pada LA. Pada kadar air 40%, IA menyerap minyak paling banyak karena morfologi granular dan kristalinitasnya lebih rendah. Pada kadar air 60%, HA menyerap lebih banyak minyak daripada IA, karena lebih banyak molekul amilosa dalam HA menyediakan lebih banyak rongga heliks hidrofobik yang tersedia untuk lipid (Chen *et al.* 2019).

Pada penelitian ini ketiga jenis dan jumlah tepung yang digoreng mampu menurunkan tingkat kekeruhan minyak bekas goreng secara bermakna, namun antar tepung dengan jumlah tepung yang sepadan tidak menunjukkan perbedaan bermakna. Jumlah tepung optimal menurunkan tingkat kekeruhan adalah 10 g.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini telah membuktikan bahwa penggunaan tepung (tapioka, terigu, dan jagung) dapat menurunkan kadar MDA, asam lemak bebas dan menurunkan kekeruhan minyak bekas goreng dengan kata lain mampu meningkatkan kualitas minyak goreng bekas.

Saran

Temuan ini merekomendasikan bahwa minyak yang kaya PUFA dan nilai

SFA rendah hendaknya dipilih untuk persiapan makanan, dan penggorengan dilakukan pada suhu yang lebih rendah serta dihindari pemanasan berulang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Kesehatan Universitas Ngudi Waluyo yang telah membantu pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves-Bezerra, M., & Cohen, D. E. (2017). Triglyceride Metabolism in the Liver. *Comprehensive Physiology*, 8(1), 1–8.
- Bahri, S. (2019). Tepung Lengkuas Sebagai Adsorber Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Kopra'. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1(2), Pp. 49–62.
- Bhardwaj, S., Passi, S. J., Misra, A., Pant, K. K., Anwar, K., Pandey, R. M. (2016). Effect of heating/reheating of fats/oils, as used by Asian Indians, on trans fatty acid formation. *Food Chem*, 212, 663–670.
- Chen, L., McClements, D.J., Zhang, H., Zhang, Z., Jin, Z., Tian, Y. (2019). Impact of amylose content on structural changes and oil absorption of fried maize starches, *Food Chem*, 287, 28-37. *Food Chem*, 287, 28-37.
- Chew, S.C., & Nyam, K.L., (2020) Editor(s): Charis M. Galanakis. (2020). *Lipids and Edible Oils*,.
- Cui, Y.; Hao, P.; Liu, B.; Meng, X. (2017). Effect of traditional chinese cooking methods on fatty acid profiles of vegetable oils. *Food Chem.*, 233, 77–84.
- Dobarganes, C., & Márquez-Ruiz, G. (2015). Possible adverse effects of frying with vegetable oils. *He British Journal of Nutrition*, 113 Suppl 2, S49–S57.
- Ganesan, K., Sukalingam, K., & Xu, B. (2019). Impact of consumption of repeatedly heated cooking oils on the

- incidence of various cancers- A critical review. *Critic Rev Food Sci Nut*, 59(3), 488–505.
- Giera, M., Lingeman, H., & Niessen, W. M. (2012). Recent Advancements in the LC- and GC-Based Analysis of Malondialdehyde (MDA): A Brief Overview. *Chromatographia*, 75(9-10), 433–440.
- Hassanien, M.F.R. & Sharoba, A. M. (2014). *Rheological characteristics of vegetable oils as affected by deep frying of French fries*.
- Hidayati, F. C. (2016). Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai (Bekas goreng) dengan Menggunakan Arang Bonggol Jagung. *JIPF*, 1,; 2: 67-70.
- Hudkins, K., Giachelli, C., Cui, Y., Couser, W., Johnson, R., & Alpers, C. (1999). Osteopontin expression in fetal and mature human kidney. *JASN*.
- I S Sobczak, A., A Blindauer, C., & J Stewart, A. (2019). Changes in Plasma Free Fatty Acids Associated with Type-2 Diabetes. *Nutrients*.
- Latha, R. B., & Nasirullah, D. R. (2014). Physico-chemical changes in rice bran oil during heating at frying temperature. *J. Food Sci. Technol*, 51(2), 335–340.
- Luo, S., Xiong, S., Li, X., Hu, X., Ye, J., & Liu, C. (2023). Impact of starch-lipid complexes on oil absorption of starch and its mechanism. *J. Sci Food Agricul*, 103(1), 83–91.
- Ly, L. D., Xu, S., Choi, S. K., Ha, C. M., Thoudam, T., Cha, S. K., Wiederkehr, A., Wollheim, C. B., Lee, I. K., & Park, K. S. (2017). Oxidative stress and calcium dysregulation by palmitate in type 2 diabetes. *Experimental & Molecular Medicine*, 49(2), E291.
- Mardiana, M., & Santoso, T. (2020). Purifikasi Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Arang Kulit Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Media Eksakta*, 16(1), 49-56.
- Multari, S.; Marsol-Vall, A.; Heponiemi, P.; Suomela, J.P.; Yang, B. (2019). Changes in the volatile profile, fatty acid composition and other markers of lipid oxidation of six different vegetable oils during short-term deep-frying. *Food Res. Int.*;122, 318–329.
- Nayak, P. K., Dash, U., Rayaguru, K. & Kesavan, R. K. (2013). Physio-Chemical Changes During Repeated Frying Of Cooked Oil: A Review. *J Food Biochem*. 40. 371-390.
- Römer, A., Linn, T., & Petry, S. F. (2021). Lipotoxic Impairment of Mitochondrial Function in β -Cells: A Review. *Antioxidants*, 10(2), 293. <https://doi.org/10.3390/antiox10020293>. *Antioxidants*, 10(2), 293. <https://doi.org/10.3390/antiox10020293>.
- Sakaino, M., Sano, T., Kato, S. Shimizu, N, Ito J., Rahmania, H., et al. (2020). Carboxylic acids derived from triacylglycerols that contribute to the increase in acid value during the thermal oxidation of oils. *Sci Rep* 12, 12460.
- Santos, C. S. P., García, L. M., Cruz, R., Cunha, S. C., Fernandes, J. O., & Casal, S. (2019). (2019). Impact of potatoes deep-frying on common monounsaturated-rich vegetable oils: a comparative study. *J. Food Sci Tech*, 56(1), 290–301.
- Sousa, B.C., Pitt, A.R., & Spickett, C. M. (2017). Chemistry and analysis of HNE and other prominent carbonyl-containing lipid oxidation compounds. *Free Rad Biol Med*, 111, 294–308.
- Szabo, Z., Marosvölgyi, T., Szabo, E., Koczka, V., Verzar, Z., Figler, M. (2022). Effects of Repeated Heating on Fatty Acid Composition of Plant-Based Cooking Oils. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(2), 192.



- Tarmizi AHA, Ismail R, K. A. (. (2016). Effect of frying on the palm oil quality attributes—a review. *J Oil Palm Res.* ;28(2):143–153.
- Xie, M. Z., Shoukamy, M. I., Salem, A. M., Oba, S., Goda, M., Nakano, T. (2016). Aldehydes with high and low toxicities inactivate cells by damaging distinct cellular targets. *Mutat Res*, 786, 41–51. *Mutat Res*, 786, 41–51.
- Yustinah, Y., Utomo, S., & Cardosh, S. R. (2017). Pengaruh Waktu Adsorpsi Dalam Proses Pemurnian Minyak Goreng Bekas Menggunakan Bioadsorben Tandan Kosong Kelapa Sawit, Prosiding Semnastek 2017, FT Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Zeb, A., & Ullah, F. (2016). A Simple Spectrophotometric Method for the Determination of Thiobarbituric Acid Reactive Substances in Fried Fast Foods", *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, vol. 2016, 5 pages.
- Zhong, H., & Yin, H. (2015). Role of lipid peroxidation derived 4-hydroxynonenal (4-HNE) in cancer: focusing on mitochondria. *Redox Bio*, 4, 193–199.