

# Konsumsi Minyak Jelantah dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan

Melia Megawati<sup>1</sup>, Muhartono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>2</sup> Bagian Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

## Abstrak

Minyak goreng adalah minyak nabati yang biasa digunakan untuk memasak makanan sehari-hari karena kaya akan vitamin dan memberikan rasa gurih pada makanan. Minyak goreng yang digunakan berulang kali menjadi tidak layak pakai dikarenakan telah terjadi oksidasi asam lemak tak jenuh yang akan membentuk gugus peroksida yang biasa dikenal dengan radikal bebas. Berdasarkan *Food and Agriculture Organization* (FAO) konsumsi minyak nabati sebagai bahan pangan mencapai 19 Kg/kapita dengan prediksi peningkatan konsumsi minyak goreng sebesar 0,29 liter/kapita/tahun. Penggunaan minyak jelantah dalam waktu tertentu berdampak pada kesehatan akibat deposisi sel lemak yang terjadi di usus halus, pembuluh darah, jantung, dan hepar. Penggunaan minyak jelantah dapat merusak usus halus dengan terdapatnya abses kriptas dan infiltrasi sel radang polimorfonuklear (PMN) pada bagian epitel, mukosa, submukosa sampai transmural usus halus. Pembuluh darah dapat mengalami kerusakan akibat penyumbatan pada lumen pembuluh darah yang mengakibatkan pembuluh darah mengecil akibat dari plak aterosklerotik. Aliran darah jantung menurun terjadilah iskemik miokardium kemudian terbentuklah nekrosis yang disebabkan oleh radikal bebas. Iskemik terjadi akibat otot-otot jantung kekurangan oksigen, terjadinya metabolisme anaerob semakin lama akan menyebabkan edema sel yang menyebabkan nekrosis pada sel otot jantung. Radikal bebas menyebabkan edem hati dengan merusak membran sel, retikulum endoplasma. Nekrosis di hepar terjadi dalam jangka waktu tertentu yang bersifat *reversible* dan *irreversible*. Minyak jelantah memiliki berbagai dampak pada kesehatan sehingga penggunaannya harus dihentikan.

**Kata kunci:** hepar, jantung, minyak jelantah, radikal bebas, usus halus

## Waste Cooking Oil Consumption and Its Effect on Health

### Abstract

Cooking oil is vegetable oil that is commonly used to cook daily food because it is rich in vitamins and gives a savory taste to food. Cooking oil that is used repeatedly becomes unfit for use due to oxidation of unsaturated fatty acids that have formed peroxide groups, commonly known as free radicals. Based on Food and Agriculture Organization (FAO) consumption of vegetable oil as food reaches 19 Kg / capita with a predicted increase in cooking oil consumption of 0.29 liters/ capita/ year. The use of waste cooking oil in a certain time has an impact on health due to the deposition of fat cells that occur in the small intestine, blood vessels, heart, and liver. The use of waste cooking oil can damage the small intestine with the presence of cryptas abscess and polymorphonuclear (PMN) inflammation cell infiltration in the epithelial, mucosal, submucous to transmural small intestine. Blood vessels can be damaged due to blockages in the lumen of blood vessels resulting in smaller blood vessels resulting from atherosclerotic plaque. Decreased heart blood flow occurs ischemic myocardium and then forms necrosis caused by free radicals. Ischemic occurs due to heart muscle lacking oxygen, anaerobic metabolism will cause longer cell edema which causes necrosis of heart muscle cells. Free radicals cause liver edema by damaging the cell membrane, endoplasmic reticulum. Necrosis in the liver occurs within a certain period that is reversible and irreversible. Waste cooking oil has various health effects, so its use must be stopped.

**Keywords:** liver, heart, waste cooking oil, free radicals, small intestine

Korespondensi: Melia Megawati, alamat Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, Gedong meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung, 35143. HP 08980943620, meliamegawati@gmail.com

## PENDAHULUAN

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan sehingga dapat digunakan sebagai bahan pangan (*oleofood*). Minyak goreng digunakan sebagai media penghantar panas dan pemberi rasa gurih sehingga sering dipakai dalam mengolah berbagai bahan pangan.<sup>1</sup> Minyak goreng yang berasal dari kelapa sawit pada umumnya sering dikonsumsi masyarakat Indonesia karena mengandung vitamin berbagai vitamin dan lemak yang baik untuk tubuh namun

kadar asam lemak jenuhnya tinggi yaitu sebesar 60 %.<sup>2,3</sup>

Minyak nabati 80% dikonsumsi sebagai bahan pangan, sedangkan 20% untuk energi dan produk oleokimia berupa biosurfaktan, biolubrikan, dan lain-lain.<sup>4</sup> Berdasarkan *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2015) konsumsi minyak nabati sebagai bahan pangan mencapai 19 kg/kapita. Konsumsi minyak goreng sawit di tingkat rumah tangga di Indonesia pada umumnya mengalami peningkatan dengan rata-rata peningkatan 4,88% per tahun selama tahun 2002-2017.

Peningkatan konsumsi dalam rumah tangga terbesar terjadi di tahun 2007, 2012 dan 2015 dimana masing-masing sebesar 23,48%, 13,29% dan 16,73% dibandingkan tahun sebelumnya.<sup>5</sup> Prediksi konsumsi minyak goreng sawit untuk tahun 2019 sebesar 11,09 liter/ kapita/ tahun dan 2020 sebesar 11,38 liter/kapita/tahun. Prediksi konsumsi minyak goreng sawit ini mengalami peningkatan sebesar 0,29 liter/kapita/tahun.<sup>4</sup>

Pengorengan sebabkan dekomposisi asam lemak sehingga minyak yang digunakan berulang kali menjadi tak layak digunakan lagi.<sup>6</sup> Penggunaan minyak goreng berulang (jelantah) dapat merubah struktur fisik dan kimianya. Perubahan struktur kimia akibat penggunaan minyak berulang adalah teroksidasinya asam lemak tak jenuh kemudian membentuk gugus peroksida yang dikenal dengan radikal bebas dan monomer siklik. Asam lemak akan terlepas dari trigliserida sehingga teroksidasi menjadi aldehid, keton, dan alkohol sehingga minyak jelantah berbau tengik dan warnanya menjadi kecoklatan.<sup>2</sup> Hidroperoksida akan mengganggu permeabilitas membran, homeostasis osmotik dan integritas dari enzim atau kofaktor yang menyebabkan kematian sel sehingga menyebabkan pembentukan abses. Sel mielin akan mengganti sel yang mengalami kematian kemudian difagosit oleh sel lain. Kematian sel juga dapat mengalami degradasi menjadi asam lemak yang akan mengikat garam kalsium sehingga sel yang mati mengalami proses kalsifikasi distrofik.<sup>7</sup>

Berdasarkan penelitian Mustika (2015)<sup>8</sup> minyak jelantah dengan penggunaan berulang sebanyak 3x, 6x dan 9x menunjukkan adanya peningkatan deskuamasi pada vili usus halus. Asam lemak bebas terbesar terbentuk ketika minyak digunakan berulang untuk penggorengan sebanyak 4x dengan suhu diatas 100°C sehingga terjadi reaksi *autooksidasi*, *thermal oksidasi*, dan *thermal polimerasi* dan terbentuknya radikal bebas.<sup>9</sup> Radikal bebas yang terbentuk adalah molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan, sehingga akan bereaksi dengan molekul lain. Radikal bebas sangat reaktif dan dapat merusak membran sel dengan cara inaktivasi reseptor atau enzim pada membran dan merusak permeabilitas ion, *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) dan susunan protein.<sup>10</sup> Penggunaan minyak jelantah dalam

jangka waktu dan jumlah tertentu akan berdampak pada kesehatan tubuh akibat deposisi sel lemak diberbagai organ tubuh seperti hati, jantung, ginjal, dan arteri.<sup>6</sup>

## ISI

Lipid peroksida yang terbentuk akibat penggorengan berulang dapat terlibat dalam proses patogenesis pada usus halus.<sup>11</sup> Reaksi yang terjadi akibat lipid peroksida pada usus halus, yaitu reaksi ikatan silang protein, fragmentasi DNA, dan peroksidasi lipid membran. Reaksi ikatan silang protein terjadi melalui silfidhil yang meningkatkan kecepatan degradasi atau inaktivasi enzimatik. Fragmentasi DNA diakibatkan reaksi lipid peroksida dengan timin sehingga merusak untai tunggal DNA. Peroksida akan berinteraksi dengan radikal lemak yang tak stabil dan reaktif sehingga terjadi reaksi autokatalitik akibat reaksi peroksidasi lipid membran.<sup>12</sup>

Ananto dkk. (2017)<sup>13</sup> menjelaskan bahwa, penggunaan minyak jelantah dapat merusak usus halus dengan terdapatnya abses kriptas dan infiltrasi sel radang PMN pada bagian epitel, mukosa, submukosa sampai transmural usus halus. Abses kriptas yang terbentuk adalah daerah nekrotik sentral yang berisi sel radang polimorfonuklear (PMN) dan dikelilingi proliferasi fibroblastik pembuluh darah yang menyempit. Abses tersebut terdapat pada lamina propria usus halus, kemudian bersatu membentuk ulserasi yang terlihat sebagai daerah gundul pada usus halus.<sup>14</sup>

Kerusakan jaringan usus halus meningkat seiring peningkatan frekuensi penggunaan minyak goreng secara berulang. Penggunaan minyak 1x penggorengan belum memperlihatkan adanya kerusakan jaringan usus halus karena minyak belum menghasilkan radikal bebas.<sup>15</sup> Minyak 1x penggorengan belum mengalami perubahan akibat asam lemak bebas yang terbentuk dan nilai peroksidanya hampir sama dengan minyak yang belum dilakukan penggorengan.<sup>16</sup>

Kematian sel pada usus halus akibat reaksi silang protein, fragmentasi DNA dan peroksidasi lipid membran akan menyebabkan terdapatnya infiltrasi sel radang.<sup>17</sup> Kematian sel merangsang sistem sinyal inflamasi untuk mengaktifkan sistem imun adaptif. *High*

*Mobility Group Box 1* (HMGB1) yang akan mencetuskan respon inflamasi merupakan *protein nucleus* yang terdapat di setiap sel normal dan berhubungan dengan kromatin yang akan mengatur proses transkripsi gen. *High Mobility Group Box 1* dapat ditemukan di sel yang mengalami nekrosis. *High Mobility Group Box 1* yang keluar dari sel akan mencetuskan proses inflamasi dengan menstimulasi *Toll Like Reseptor* (TLR) sehingga sel dendritik teraktivasi. Sel dendritik bekerja untuk mengenali antigen, kemudian sel dendritik akan menghidrolisis antigen menjadi peptide untuk dikenali oleh *Major Histocompatibility Complex* (MHC). Aktivasi sel radang terjadi karena adanya ikatan antara antigen dan MHC.<sup>18</sup>

Pembuluh darah dapat mengalami kerusakan oleh penggunaan minyak goreng secara berulang. Penumpukan lemak yang berasal dari minyak jelantah dapat menyumbat lumen pembuluh darah.<sup>19</sup> Stres oksidatif yang terbentuk akibat lipid peroksida pada minyak jelantah dapat merusak sel endotel pembuluh darah yang disebut sebagai disfungsi endotel pembuluh darah.<sup>20</sup> Disfungsi endotel pembuluh darah mengakibatkan terganggunya produksi nitrit oksida sehingga mempengaruhi keseimbangan antara prostasiklin dan tromboksan. Prostrasiklin akan menurun sedangkan tromboksan menjadi meningkat yang menyebabkan konstriksi pembuluh darah dan agregasi platelet ke lumen pembuluh darah.<sup>10,12</sup>

Disfungsi endotel pembuluh darah akan meningkatkan produksi sel makrofag, permeabilitas, serta adhesivitas pembuluh darah terhadap lipoprotein, leukosit, dan platelet. Asam lemak bebas yang terbentuk akibat penggunaan minyak goreng berulang akan menutupi lumen pembuluh darah dan terbentuk plak aterosklerotik. Plak aterosklerotik terbentuk akibat lemak, makrofag, serta platelet yang melekat pada tunika intima dan tunika media pembuluh darah. Plak aterosklerotik tersebut menyebabkan mengecilnya lumen pembuluh darah.<sup>21</sup>

Lumen pembuluh darah yang mengecil akibat plak aterosklerotik di arteri koroner dapat menyebabkan aliran darah untuk jantung berkurang. Aliran darah ke jantung yang terhambat dalam jangka waktu tertentu dapat membentuk nekrosis akibat iskemik

pada miokardium.<sup>22</sup> Nekrosis pada miokardium juga dapat terjadi akibat radikal bebas yang terbentuk selama penggunaan minyak goreng berulang. Radikal bebas pada miokardium akan merusak membran lipid dan inti sel jantung sehingga terjadi degenerasi sel.<sup>23</sup>

Proses iskemik miokardium sampai terbentuknya nekrosis diakibatkan terganggunya transportasi ion dan kompensasi sel-sel otot jantung. Iskemik terjadi akibat otot kekurangan oksigen sehingga sel menggunakan metabolisme anaerob dan *Adenosine Triphosphate* (ATP) yang terbentuk jumlahnya sedikit. Iskemik yang terjadi dalam jangka waktu lama dapat mengganggu transport ion  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATPase}$ . Transport ion yang terganggu akibat ATP yang terbentuk sedikit menyebabkan ketidakseimbangan antara penurunan ion  $\text{K}^+$  dan peningkatan masukan  $\text{Na}^+$ .  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan air yang masuk kedalam membran menyebabkan edema sel. Edema sel tersebut akan menurunkan aliran darah dan merusak struktur sel sampai menyebabkan sel lisis. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang meningkat di dalam sel akan mengaktifasi fosfolipase dan protease sehingga menimbulkan nekrosis pada sel otot jantung. Reperfusi akan terjadi sebagai kompensasi tubuh karena adanya iskemik. Reperfusi memaksa pengeluaran oksigen oleh sel sehingga terbentuk *reactive oxygen species* (ROS) yang akan merusak membran lipid, DNA, serta protein.<sup>22</sup>

Radikal bebas yang diproduksi karena hasil metabolisme oksigen dapat menyebabkan pembengkakan hati dengan merusak membran sel, retikulum endoplasma, serta mengacaukan proses oksidasi. Dalam jangka waktu tertentu radikal bebas dapat menyebabkan degenerasi lemak, bahkan nekrosis pada sel hati.<sup>23</sup> Sel parenkim, sel kupffer, dan sel endotel merupakan kerusakan sel hepar yang disebabkan oleh radikal bebas. Sel kupffer dan sel endotel pada hepar dapat memproduksi *Tumor Necrosis Factor* (TNF) yang diakibatkan stres oksidatif yang dapat meningkatkan peradangan dan degenerasi hepatosit.<sup>10</sup>

Kerusakan hati akibat minyak jelantah dapat mengakibatkan terdapatnya jejas *reversible* dan jejas *irreversible*. Jejas *reversible* adalah jejas yang dapat kembali kekeadaan semula saat faktor pencetusnya

dapat diatasi, sedangkan jejas *irreversible* adalah jejas yang tak dapat kembali kekeadaan semula. Jejas reversibel dalam kerusakan hati dapat berupa pembengkakan dan perlemakan hati. Perlemakan hati terjadi ketika trigliserida pada sel hepar terlalu banyak. Hal ini terjadi akibat konsumsi lemak berlebihan, terjadi kerusakan pada tempat penyimpanan lemak.<sup>12</sup>

Jejas *irreversibel* dapat berupa nekrosis, fibrosis, serta sirosis sel-sel hepar. Nekrosis terjadi akibat hilangnya kemampuan membran sel serta kebocoran sel sehingga menyebabkan terjadinya sel yang lisis. Lisisnya sel dapat merangsang mediator inflamasi untuk memperbaiki sel-sel yang rusak tersebut. Fibrosis merupakan respon dari cedera sel sehingga terakumulasinya matriks ekstraseluler. Cedera sel hepar akan melepas sitokin dan faktor inflamasi lain oleh sel kupffer. Pelepasan sitokin dan faktor inflamasi lainnya akan mengaktifasi sel stelat sehingga menyintesis matriks ekstraseluer. Fibrosis awalnya hanya akan terbentuk di dalam atau di sekitar saluran porta. Fibrosis dalam jangka waktu panjang akan menyebabkan terakumulasinya jaringan parut untuk memperbaiki jejas dan menjadi masalah pada hati.<sup>12</sup>

## RINGKASAN

Berdasarkan pembahasan di atas, konsumsi minyak jelantah dapat menyebabkan berbagai jenis gangguan kesehatan. Gangguan kesehatan tersebut antara lain terdapatnya kerusakan di usus halus, pembuluh darah, jantung, dan hati. Kerusakan beberapa organ tubuh karena penggunaan minyak goreng yang berulang terjadi akibat teroksidasinya asam lemak tak jenuh yang membentuk radikal bebas. Radikal bebas akan mengganggu permeabilitas membran, homeostasis osmotik, dan integritas dari enzim yang menyebabkan kematian sel sampai terbentuk abses.

Kerusakan usus halus terjadi melalui tiga proses reaksi. Reaksi ikatan silang protein melalui silfidhil yang meningkatkan kecepatan degradasi enzim. Fragmentasi DNA diakibatkan reaksi lipid peroksida dengan timin sehingga merusak untai tunggal DNA. Peroksida yang berinteraksi dengan radikal lemak tak stabil dan reaktif sehingga terjadi reaksi autokatalitik. Pada kerusakan usus

halus terdapat abses kripta dan infiltrasi sel radang PMN pada bagian epitel, mukosa, submukosa sampai transmural usus halus.

Kerusakan pada pembuluh darah akibat penggunaan minyak goreng secara berulang dapat menyumbat pembuluh darah. Asam lemak bebas yang terbentuk akibat penggunaan minyak goreng berulang akan menutupi lumen pembuluh darah dan terbentuk plak aterosklerotik yang akan mengecilkan lumen pembuluh darah akibat menempelnya lemak, makrofag, serta platelet yang melekat pada tunika intima dan tunika media pembuluh darah. sebabkan menurunnya suplai darah ke jantung terjadilah iskemik. Nekrosis juga dapat terbentuk akibat dari terbentuknya radikal bebas selama penggorengan minyak secara berulang, terjadilah degenerasi sel.

Penggunaan minyak jelantah dapat juga menyebabkan jejas pada hati baik itu reversibel ataupun irreversible. Jejas *reversibel* adalah jejas yang dapat kembali normal saat faktor pencetusnya hilang, sedangkan jejas irreversible adalah jejas yang tak dapat kembali kekeadaan semula. Jejas reversibel dapat berupa pembengkakan dan perlemakan hati. Jejas *irreversibel* dapat berupa nekrosis, fibrosis, serta sirosis sel-sel hepar.

## SIMPULAN

Minyak jelantah memiliki berbagai dampak pada kesehatan tubuh manusia. Penggunaan minyak jelantah secara berulang dapat mengganggu fungsi dan bahkan mengakibatkan kerusakan pada beberapa organ tubuh. Kerusakan yang telah terjadi dalam waktu tertentu dapat mengganggu aktivitas tubuh. Oleh karena itu konsumsi minyak jelantah harus dihentikan untuk kehidupan yang lebih baik kedepannya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Muchtadi, Deddy. Pengantar ilmu gizi. Bandung: Alfabeta; 2009.
2. Ketaren S. Minyak dan lemak pangan. Jakarta: Universitas Indonesia Press; 2008.
3. Silalahi J, Nurbaya S. Komposisi, distribusi dan sifat aterogenik asam lemak dalam minyak kelapa dan kelapa sawit. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2011.

4. Sabarella, Wieta BK, Sri W, Megawati M, Sehusman, Yani S. Buletin konsumsi pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian [internet]. 2018 [disitasi tanggal 28 Agustus 2019]; 9(1):42-3. Tersedia dari [http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/buletin/konsumsi/2018/Buletin\\_Konsumsi\\_Pangan\\_Semester\\_1\\_2018/files/assets/basic-html/page2.html](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/buletin/konsumsi/2018/Buletin_Konsumsi_Pangan_Semester_1_2018/files/assets/basic-html/page2.html)
5. FAO, statistical pocketbook world food and agriculture [internet]. Food and Agriculture Organization of United Nations: FAO; 2015 [disitasi tanggal 28 Agustus 2019]. Tersedia dari <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>
6. Rukmini A. Komparasi efektivitas adsorben komersial dan non komersial dalam proses regenerasi minyak jelantah. Semarang: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan; 2007.
7. King TC. Pathology. Philadelphia: Elsevier's Intergrated; 2007.
8. Mustika. Pengaruh pemberian minyak jelantah terhadap gambaran histopatologi usus dan pankreas tikus putih (*rattus norvegicus*). Aceh: Universitas Syah Kuala; 2015.
9. Ayu A, Farida R, Saifudin Z. Pengaruh penggunaan berulang minyak goreng terhadap peningkatan kadar asam lemak bebas dengan metode alkalimetri. Cerata Jurnal Ilmu Farmasi [internet]. 2015 [disitasi tanggal 29 Agustus 2019]; 6(6):1-7. Tersedia dari <http://ejournal.stikesmukla.ac.id/index.php/cerata/article/view/117>
10. Li S, Tan HY, Wang N, Zhang ZJ, Lao L, Wong CW, Feng Y. The Role of oxidative stress and antioxidant in liver disease. International Journal of Molecular Science [internet]. 2015 [disitasi tanggal 2 September 2019]; 16(11):26087-124. Tersedia dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4661801/>
11. Leong XF, Ng CY, Jaarin K, Mustafa MR. Effects of repeated heating of cooking oils on antioxidant content and endothelial function. Austin Journal of Pharmacology and Therapeutics [internet]. 2015 [disitasi tanggal 29 Agustus 2019]; 3(2):1-7. Tersedia dari [https://www.researchgate.net/publication/276155412\\_Effects\\_of\\_Repeated\\_Heating\\_of\\_Cooking\\_Oils\\_on\\_Antioxidant\\_Content\\_and\\_Endothelial\\_Function](https://www.researchgate.net/publication/276155412_Effects_of_Repeated_Heating_of_Cooking_Oils_on_Antioxidant_Content_and_Endothelial_Function)
12. Kumar V, Abbas AK and Aster JC. Buku ajar patologi robbins. 9th edition. Jakarta: EGC; 2015.
13. Ananto AS, Wulan AJ, Oktafany. Pengaruh pemberian minyak jelantah terhadap perbedaan rerata kerusakan gambaran histologi jaringan usus halus tikus jantan (*rattus norvegicus*) galur sprague dawley. Medical Profession Journal of Universitas Lampung [internet]. 2017 [disitasi tanggal 28 Agustus 2019: 7(5):187-93. Tersedia dari <http://joke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/medula/article/view/2006>
14. Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata M, Setiati S. Buku ajar ilmu penyakit dalam. Edisi Ke-5. Jakarta: Interna Publisher; 2009.
15. Ilmi IMB, Khomsan A, Marliyati SA. Kualitas minyak goreng dan produk gorengan selama penggorengan di rumah tangga Indonesia. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan [internet]. 2015 [disitasi tanggal 28 Agustus 2019]; 4(2):61-5. Tersedia dari [https://www.researchgate.net/publication/276179553\\_Kualitas\\_Minyak\\_Goreng\\_dan\\_Produk\\_Gorengan\\_selama\\_Penggorengan\\_di\\_Rumah\\_Tangga\\_Indonesia](https://www.researchgate.net/publication/276179553_Kualitas_Minyak_Goreng_dan_Produk_Gorengan_selama_Penggorengan_di_Rumah_Tangga_Indonesia)
16. Kamisah Y, Shamil S, Nabillah MJ, Kong SY, Hamizah NAS, Qodriyah HMS, dkk. Deep-fried keropok lekors increase oxidative instability in cooking oils. Malaysia J Medical Science [internet]. 2012 [disitasi tanggal 29 Agustus 2019]; 19(4):57-62. Tersedia dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23613649>
17. Zweier JL, Talukder MAH. The role of oxidants and free radicals in reperfusion injury. Lipid in Health and Disease [internet]. 2006 [disitasi tanggal 30 Agustus 2019]; 70:181-90. Tersedia dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1658065>
18. Rock KL, Kono H. The inflammatory response to cell death. National Institute of Health [internet]. 2011 [disitasi tanggal 30 Agustus 2019]; 3:99-126. Tersedia dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18039143>

19. Shastry CS, Ambalal PN, Himanshu J, Aswathanarayana BJ. Evaluation of effect of reused edible oils on vital organs of wistar rats. *Nitte University Journal of Health Science* [internet]. 2011 [disitasi tanggal 31 Agustus 2019]; 1(4):10-5. Tersedia dari [http://nitte.edu.in/journal/decsplitted/Nitte%20University%20Journal%20December10\\_15.pdf](http://nitte.edu.in/journal/decsplitted/Nitte%20University%20Journal%20December10_15.pdf)
20. Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ and Willet WC. Trans fatty acid and cardiovascular disease. *The New England Journal of Medicine* [internet]. 2006 [disitasi tanggal 1 September 2019]; 354(1):1601-13. Tersedia dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16611951>
21. Zhou Z, Wang Y, Jiang Y, Diao Y, Strappe P, Prenzler P, *et al.* Deep-fried oil consumption in rats impairs glycerolipid metabolism, gut histopathology and microbiota structure. *Lipids in Health and Disease* [internet]. 2006 [disitasi tanggal; 1 September 2019]; 15(86):1-11. Tersedia dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27121709>
22. Kalogeris T, Baines CP, Krenz M, Korthuis RJ. Cell biology of ischemia/reperfusion injury. *International Review of Cell and Molecular Biology* [internet]. 2012 [disitasi tanggal 1 September 2019]; 298:229–317. Tersedia dari: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22878108>
23. Panjaitan R, Handharyan E, Chairul, Masriani, Zakiah Z, Manalu W. Pengaruh pemberian karbon tetraklorida terhadap fungsi hati dan ginjal tikus. *Jurnal Makara Kesehatan* [internet]. 2007 [disitasi tanggal 2 September 2019]; 11(1):11-6. Tersedia dari [https://www.researchgate.net/publication/47406752\\_Pengaruh\\_Pemberian\\_Karbon\\_Tetraklorida\\_Terdapat\\_Fungsi\\_Hati\\_Dan\\_Ginjal\\_Tikus](https://www.researchgate.net/publication/47406752_Pengaruh_Pemberian_Karbon_Tetraklorida_Terdapat_Fungsi_Hati_Dan_Ginjal_Tikus)