

Pengaruh Pemberian Minyak Jelantah terhadap Gambaran Histopatologi Ginjal Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Jantan Galur *Sprague dawley*

Wulan Noventi¹, Rizky Hanriko², Mukhlis Imanto³

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Anatomi, Patologi Anatomi dan Histologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Bagian THT, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Minyak goreng yang telah dipanaskan berulang kali disebut minyak jelantah. Senyawa radikal bebas dapat terbentuk akibat pemanasan minyak goreng. Radikal bebas menyebabkan terjadinya reaksi stres oksidatif pada berbagai sel dalam tubuh, termasuk ginjal. Stres oksidatif merubah struktur dan fungsi dari glomerulus karena radikal bebas merusak sel-sel mesangial dan endotel. Sel epitel tubulus ginjal, sangat peka terhadap suatu iskemia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah minyak jelantah dapat mempengaruhi gambaran histopatologi ginjal tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*. Penelitian ini menggunakan 30 ekor tikus putih galur *Sprague dawley* yang dibagi ke dalam 5 kelompok, yaitu kontrol (K) tikus yang tidak diberikan perlakuan, pada perlakuan 1 (P1), perlakuan 2 (P2), perlakuan 3 (P3) dan perlakuan 4 (P4) masing-masing diberikan minyak jelantah 1x, 4x, 8x dan 12x penggantian dengan dosis 1,5 mL/hari secara oral dalam waktu 28 hari. Gambaran kerusakan pada ginjal terdiri dari infiltrasi sel radang, edema tubulus, edema *spatium bowman*, dan nekrosis. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* yang dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna. Minyak jelantah dapat menyebabkan kerusakan gambaran histopatologi pada ginjal tikus.

Kata kunci: ginjal, minyak jelantah, radikal bebas, stres oksidatif.

The Effect of Oral Reused Cooking Oil to Kidney Histopathology in Male Rats (*Rattus norvegicus*) *Sprague dawley* Strain

Abstract

Cooking oil that has been heated repeatedly is reused cooking oil. Free radicals can formed by heating oil. Free radicals can cause oxidative stress reaction in various cells in the body, including the kidney. Oxidative stress changes the structure and function of the glomerulus because free radicals damage mesangial and endothelial cells. Kidney tubular epithelial cells are very sensitive to an ischemia. The aim of this study is determine whether the waste cooking oil can affect kidney histopathology of rat (*Rattus norvegicus*) male *Sprague dawley*. The study used 30 rats *Sprague dawley* were divided into 5 groups: control (K) mice that were not given the treatment, in treatment 1 (P1), treatment 2 (P2), treatment 3 (P3) and treatment 4 (P4) each given cooking oil 1x, 4x, 8x and 12x heated with a dose of 1.5 mL/day orally within 28 days. Overview damage to the kidney consists of inflammatory cell infiltration, edema tubules, bowman *spatium* edema, and necrosis. Data were analyzed using statistical test of *Kruskal-Wallis* followed by *Mann-Whitney*. Based on the statistical test results obtained are significant differences. Reused cooking oil can cause kidney histopathology damage in rats.

Keywords: free radicals, kidney histopathology, reused cooking oil, oxidative stress.

Korespodensi: Wulan Noventi, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1, Kompleks Unila, Bandar Lampung, HP 081219197856, e-mail: wulannoventi@gmail.com

Pendahuluan

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah dipanaskan berulang kali. Penggunaan minyak goreng bekas menimbulkan beberapa penyakit, seperti PJK (penyakit jantung koroner), rasa gatal pada tenggorokan, dislipidemia, obesitas, dan atherosclerosis.¹

Kerusakan ginjal, mulai dari gagal ginjal akut, nefropati obstruksi, hiperlipidemia dan kerusakan glomerulus, sampai gagal ginjal kronis diperantarai oleh stres oksidatif.

Glomerulus lebih sensitif terhadap stres oksidatif dibandingkan dengan bagian nefron lainnya. Salah satu gangguan pada ginjal akibat produksi radikal bebas yang berlebih salah satunya adalah *Acute Tubular Necrosis* (ANT), secara patologis ditandai dengan kerusakan dan kematian sel tubulus ginjal akibat iskemia atau nefrotoksik.^{2,3}

Penduduk Indonesia mengkonsumsi minyak goreng perkapita sebesar 8,24 liter/kapita/tahun pada tahun 2011 dan meningkat menjadi sebesar 9,33

liter/kapita/tahun pada tahun 2012. Kebutuhan minyak goreng dalam negeri meningkat setiap tahunnya. Masyarakat sering kali menggunakan minyak goreng yang telah dipanaskan berulang kali karena kurangnya pengetahuan terhadap dampak kesehatan yang akan didapatkan. Selain itu, harga minyak goreng juga masih cukup tinggi bagi sebagian masyarakat. Saat ini, masyarakat Indonesia masih cenderung menitikberatkan nilai ekonomis dari pada nilai kesehatan yang saat ini lebih cenderung diabaikan.⁴⁻⁷

Terjadi empat proses perubahan besar pada minyak yang digunakan untuk proses penggorengan, yaitu perubahan warna, oksidasi, polimerisasi dan hidrolisis. Kondisi ini menyebabkan terjadinya dekomposisi komponen penyusun minyak. Hasil dekomposisi tersebut, mempunyai pengaruh negatif terhadap kualitas minyak maupun rasa dan nilai gizi hasil gorengannya.⁸

Pemanasan minyak goreng menyebabkan lepasnya asam lemak dari trigliserida, sehingga asam lemak bebas mudah sekali teroksidasi menjadi aldehid, keton, asam-asam dan alkohol yang menyebabkan bau tengik. Pemanasan minyak goreng lebih dari 2 kali pada suhu tinggi (> 160 °C) menyebabkan kerusakan minyak.^{1,9}

Minyak penggorengan pertama memiliki kandungan lemak tak jenuh yang tinggi, sehingga memiliki nilai tambah. Sementara pada penggorengan selanjutnya minyak tersebut akan memiliki kandungan asam lemak jenuh yang semakin tinggi, sehingga pada akhirnya akan rusak. Asam lemak jenuh berpotensi meningkatkan kolestrol darah, sedangkan asam lemak tak jenuh dapat menurunkan kolestrol darah. Proses oksidasi dalam pemanasan minyak goreng menyebabkan pembentukan senyawa peroksida dan hidroperoksida yang merupakan radikal bebas. Penggunaan minyak goreng berulang, menyebabkan deposisi sel lemak diberbagai organ tubuh. Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada berbagai organ tubuh salah satunya ginjal.^{10,11}

Pemberian minyak jelantah terhadap tikus, meningkatkan kadar kolesterol darah lebih tinggi daripada minyak baru dan minyak hasil pemurnian. Terdapat pengaruh frekuensi penggorengan terhadap bilangan peroksida pada minyak goreng curah maupun minyak goreng fortifikasi vitamin A. Rata-rata bilangan

peroksida terendah, terdapat pada penggorengan ke nol dan terus meningkat hingga penggorengan keempat. Banyaknya masalah kesehatan akibat penggunaan minyak jelantah membuat peneliti tertarik untuk meneliti secara langsung perubahan histopatologi pada ginjal tikus jantan galur *Sprague dawley* akibat mengkonsumsi minyak jelantah.^{12,13}

Metode

Penelitian eksperimental dengan metode rancangan acak lengkap dengan pola *post test control group design*. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan hasil observasi pada kelompok eksperimental dan kelompok kontrol. Sampel terdiri dari 30 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur *Sprague dawley* jantan dewasa (berumur 8-10 minggu) yang dipilih secara *random* dan dibagi menjadi 5 kelompok. Waktu penelitian selama empat bulan. Intervensi terhadap hewan coba dilakukan di *Pethouse* Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Tempat pembedahan hewan coba dan pembuatan preparat histopatologi di Balai Veteriner Lampung. Selanjutnya, pengamatan secara mikroskopis dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Adapun kelima kelompok tikus ini terdiri dari:

- Kelompok 1 merupakan kelompok tikus putih diberi aquades. Kelompok ini digunakan sebagai kelompok kontrol.
- Kelompok 2 merupakan kelompok tikus putih yang diberi minyak jelantah 1x penggorengan secara per-oral dengan dosis 1,5 mL/hari selama 28 hari.
- Kelompok 3 merupakan kelompok tikus putih yang diberi minyak jelantah 4x penggorengan secara per-oral dengan dosis 1,5 mL/hari selama 28 hari.
- Kelompok 4 merupakan kelompok tikus putih yang diberi minyak jelantah 8x penggorengan secara per-oral dengan dosis 1,5 mL/hari selama 28 hari.
- Kelompok 5 merupakan kelompok tikus putih yang diberi minyak jelantah 12x penggorengan secara per-oral dengan dosis 1,5 mL/hari selama 28 hari.

Kriteria penilaian derajat kerusakan ginjal diambil dari kerusakan tertinggi, kemudian dihitung dari skor kerusakan

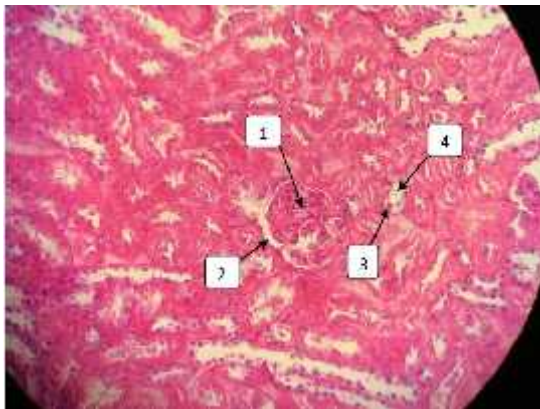
tubulus ginjal dan skor kerusakan glomerulus dilihat dengan melakukan pengamatan sediaan histopatologi pada 5 lapang pandang. Total skor kerusakan yaitu 0-6.²⁰

Hasil

Gambaran histopatologi dari masing-masing kelompok pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Kelompok kontrol (K)

Pada kelompok kontrol, terlihat glomerulus tampak normal, tidak ditemukan infiltrasi sel radang, pembengkakan spatium bowman maupun nekrosis. Kapsula bowman masih tampak baik. Selain itu, sel epitel tubulus juga tampak normal, tidak ditemukan pembengkakan maupun kerusakan inti sel epitel tubulus. Gambaran histologi ginjal normal kelompok kontrol negatif tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Histopatologi ginjal tikus kelompok kontrol normal (Perbesaran 400x). Keterangan : 1. Glomerulus, 2. Spatium bowman, 3. Inti sel tubulus, 4. Lumen Tubulus

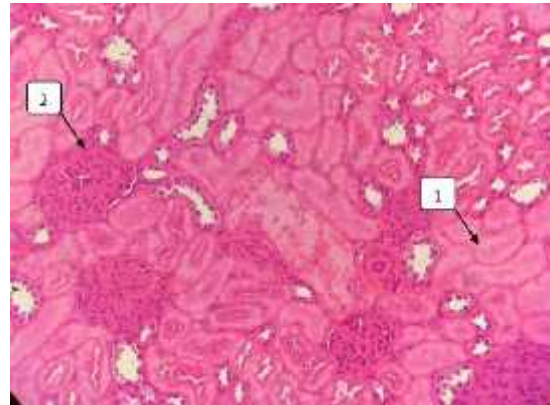
b. Kelompok Perlakuan 1 (P1)

Pada kelompok perlakuan ini tikus diberi minyak jelantah 1x penggorengan dengan dosis 1,5 mL secara oral. Gambaran histopatologis ginjal tampak pembengkakan sel epitel tubulus yang ditandai dengan sitoplasma yang membengkak serta lumen tubulus menyempit. Namun, glomerulus masih tampak normal. Gambaran histopatologi ginjal kelompok 1 tersaji pada gambar 2.

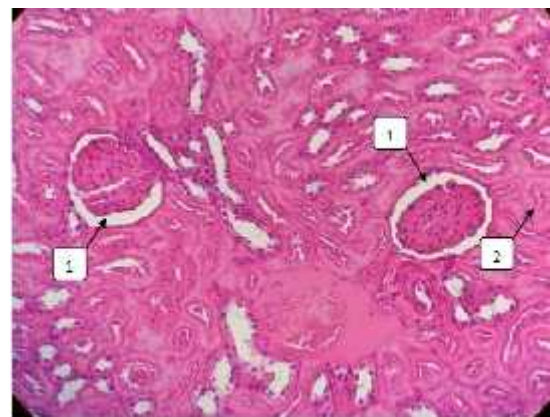
c. Kelompok Perlakuan 2 (P2)

Pada kelompok perlakuan ini, tikus diberi minyak jelantah 4x penggorengan dengan dosis 1,5 mL secara oral. Gambaran histopatologis ginjal tampak pembengkakan

sel epitel tubulus yang ditandai dengan sitoplasma yang membengkak serta penyempitan lumen tubulus. Selain itu, spatium bowman tampak mengalami pembengkakan. Gambaran histopatologi ginjal kelompok 2 tersaji pada gambar 3.



Gambar 2. Histopatologi ginjal tikus kelompok perlakuan 1 (Perbesaran 400x). Keterangan: 1. Edema tubulus, 2. Glomerulus normal



Gambar 3. Histopatologi ginjal tikus kelompok perlakuan 2 (Perbesaran 400x). Keterangan: 1. Edema spatium bowman, 2. Edema tubulus

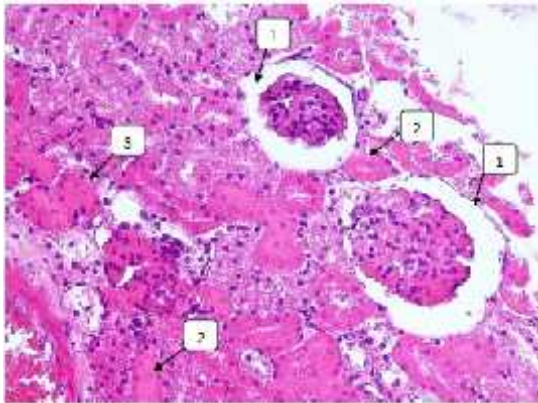
d. Kelompok Perlakuan 3 (P3)

Pada kelompok perlakuan ini, tikus diberi minyak jelantah 8x penggorengan dengan dosis 1,5 mL secara oral. Gambaran histopatologis ginjal tampak sel epitel tubulus mengalami nekrosis, ditandai dengan inti sel yang rusak atau mengilang dan beberapa tubulus masih tampak membengkak. Spatium bowman tampak mengalami pembengkakan. Gambaran histopatologis ginjal kelompok 3 tersaji pada gambar 4.

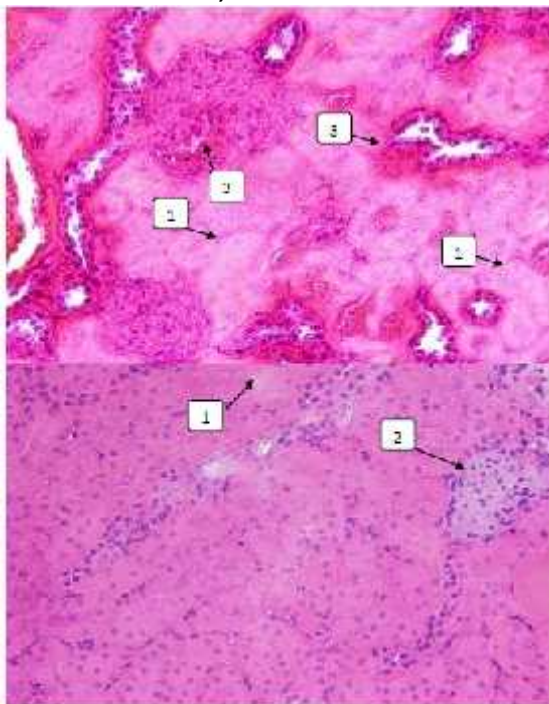
e. Kelompok Perlakuan 4 (P4)

Pada kelompok perlakuan ini, tikus diberi minyak jelantah 12x penggorengan dengan dosis 1,5 mL secara oral. Gambaran histopatologis ginjal tampak nekrosis sel epitel

tubulus ditandai dengan inti sel yang rusak atau menghilang. Nekrosis glomerulus juga ditemukan, yang ditandai dengan warna yang lebih pudar dan inti menghilang. Selain itu, terjadi perdarahan yang tersebar disekitar tubulus dan glomerulus. Gambaran histopatologi ginjal kelompok 4 tersaji pada gambar 5.



Gambar 4. Histopatologi ginjal tikus kelompok perlakuan 3 (Pembesaran 400x). Keterangan: 1. Edema spatium bowman, 2. Nekrosis epitel tubulus, 3. Edema tubulus



Gambar 5. Histopatologi ginjal tikus kelompok perlakuan 4 (Perbesaran 400x). Keterangan: 1. Nekrosis tubulus, 2. Nekrosis glomerulus, 3. Perdarahan

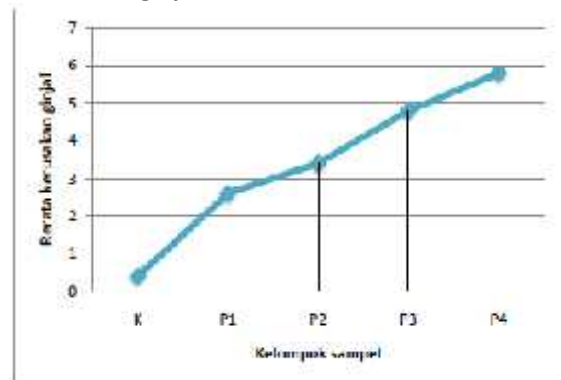
Skoring kerusakan histopatologi ginjal diambil nilai tertinggi dari kelima lapang pandang masing-masing tubulus dan glomerulus setiap sampel. Kemudian didapatkan total kerusakan ginjal dari setiap

sampel pada masing-masing kelompok serta rata-rata kerusakan ginjal setiap kelompok.

Tabel 1. Total dan rata-rata skor kerusakan ginjal

Kelompok perlakuan	Skor Kerusakan ginjal	
	Total score	Rata-rata
K	2	0,4
P1	13	2,6
P2	17	3,4
P3	24	4,8
P4	29	5,8

Berdasarkan grafik perbandingan rerata skor kerusakan ginjal (Gambar 6), dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kerusakan ginjal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan frekuensi penggorengan minyak jelantah berbanding lurus dengan derajat kerusakan ginjal.



Gambar 6. Grafik perbandingan rerata skor kerusakan ginjal

Total skor kerusakan ginjal pada masing-masing sampel, kemudian dilakukan uji untuk melihat kenormalan distribusi datanya menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel yang diteliti ≤ 50 sampel. Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* dapat disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis uji normalitas *Shapiro-Wilk*

Kelompok	Sharpiro-Wilk
	<i>p</i>
K	0,001
P1	0,046
P2	0,814
P3	0,001
P4	0,001

Oleh karena data tidak berdistribusi normal maka untuk uji hipotesis menggunakan uji alternatif yaitu uji *Kruskal-Wallis*. Selanjutnya dilakukan analisis *Post Hoc* dengan uji *Mann Whitney*.

Tabel 3. Hasil analisis uji Mann Whitney kerusakan ginjal masing-masing kelompok

	K	P1	P2	P3	P4
K	–	0,012*	0,009*	0,005*	0,005*
P1	0,014*	–	0,228	0,009*	0,006*
P2	0,009*	0,228	–	0,043*	0,032*
P3	0,005*	0,009*	0,043*	–	0,015*
P4	0,005*	0,006*	0,009*	0,015*	–

Ket: * Hasil analisis uji statistik *Mann Whitney* bermakna jika $p < 0,05$

Hasil penelitian memiliki perbedaan yang paling bermakna dari perbandingan masing-masing kelompok adalah antara K dengan P3 dan K dengan P4, karena memiliki nilai $p=0,005$, yang merupakan nilai paling rendah. Sedangkan kelompok yang tidak terdapat perbedaan bermakna adalah P1 dengan P2 ($p=0,228$).

Pembahasan

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa kelompok kontrol yang hanya diberi aquades, memiliki rata-rata kerusakan ginjal yang paling rendah yaitu sebesar 0,4. Aquades dan makanan yang diberikan kepada tikus bukan merupakan bahan iritan. Akan tetapi, dari lima tikus pada kelompok kontrol, satu tikus memiliki struktur ginjal yang mengalami kerusakan yaitu tubulus ginjal yang mengalami pembengkakan, ditandai dengan sitoplasma yang membengkak dan lumen yang menyempit. Seharusnya pada kelompok kontrol normal, tidak didapatkan kerusakan pada tubulus maupun glomerulus karena pada dasarnya aquades bukanlah bahan iritan. Hal ini bisa disebabkan oleh karena adanya variabel luar yang tidak bisa dikendalikan, seperti kondisi psikologi tikus maupun kondisi awal ginjal tikus sebelum diberikan perlakuan. Perubahan pada lingkungan sangat berpengaruh terhadap pola sikap dan perilaku tikus. Tikus yang dipisahkan dari kelompoknya akan mempengaruhi pola sikap dan perilakunya sampai bisa membuat stres. Misalnya terjadi perubahan perilaku menjadi hiperaktif, kecemasan meningkat serta peningkatan kepekaan terhadap stres.¹¹

Kelompok perlakuan 1 merupakan kelompok tikus yang diberikan minyak jelantah 1x penggorengan dan didapatkan rata-rata kerusakan yaitu 2,6. Gambaran mikroskopis terjadi perubahan pada edema tubulus. Namun, glomerulus masih tampak

normal. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa minyak yang masih aman dikonsumsi adalah minyak yang tidak lebih dari 2x penggorengan. Sedangkan, hasil yang didapatkan oleh peneliti menunjukkan bahwa 1x penggorengan telah terjadi kerusakan pada minyak goreng. Hal ini sejalan dengan penelitian lain menyatakan bahwa kadar minyak goreng kemasan yang dilakukan penggorengan sebanyak 1x, memiliki rata-rata kadar bilangan peroksida 10,54 Mek O₂/kg, kadar ini sedikit melebihi kadar normal berdasarkan SNI kualitas minyak goreng kemasan yaitu 10 Mek O₂/kg. Minyak jelantah yang memiliki nilai peroksida yang tinggi, dapat menjadi sumber radikal bebas yang bersifat karsinogen. Kandungan peroksida menyebabkan kerusakan sel dalam tubuh.^{13,14}

Faktor yang dapat berperan dalam menyebabkan kerusakan tersebut adalah proses penyimpanan kurang tepat yang dapat menyebabkan minyak berikatan dengan oksigen di udara, sehingga semakin tinggi kerusakan minyak. Kerusakan bisa juga terjadi karena organ tikus sudah rusak sebelum perlakuan, akibat faktor stress sehingga menyebabkan kerusakan ginjal.¹³

Kelompok perlakuan 2 (P2) merupakan kelompok tikus yang diberikan minyak jelantah 4x penggorengan dengan dosis 1,5 mL/hari selama 28 hari. Didapatkan rerata skor kerusakan adalah 3,4. Gambaran kerusakan ginjal secara mikroskopis yang terjadi yaitu pembengkakan tubulus dan pembengkakan spatium bowman. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian minyak *Deep Frying* yang diberikan pada tikus wistar, menyebabkan pembengkakan tubulus ginjal. Edema tubulus ginjal, terjadi akibat hilangnya integritas membran sel. Radikal bebas yang berikatan dengan unsur lipid dapat menyebabkan reaksi peroksidasi lipid, sehingga menyebabkan kerusakan membran sel. Membran sel membantu pengaturan keluar masuk berbagai zat melalui proses transport pasif dan aktif, dan juga sebagai tempat melekatnya berbagai enzim. Hilangnya integritas membran sel, menyebabkan penumpukan kelebihan cairan jaringan dalam sel yang disebut edema yang merupakan fase menuju kematian sel atau nekrosis.¹⁵

Kelompok perlakuan 3 (P3) merupakan kelompok tikus yang diberikan minyak jelantah 8x penggorengan dengan rata-rata

kerusakan pada tikus yaitu 4,8. Sebagian besar tubulus mengalami nekrosis meskipun masih terdapat beberapa tubulus yang mengalami edema. Sedangkan, pada glomerulus tampak edema spatium bowman. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Edoryansah,¹⁶ bahwa terjadi nekrosis pada epitel tubulus proksimal ginjal tikus yang diberi minyak jelantah. Hal ini diperkuat dengan teori yang menyatakan senyawa toksik yang terlalu banyak dalam ginjal, diduga akan mengakibatkan kerusakan sel, seperti nekrosis dan kongesti. Nekrosis ini dapat berupa piknosis, karioreksis dan kariolisis. Nekrosis dapat terjadi karena adanya kerusakan di dalam sel, antara lain kerusakan membrana yang diikuti oleh kerusakan mitokondria dan apparatus golgi, sehingga sel tidak mampu mengeliminasi air dan trigliserida, sehingga tertimbun dalam sitoplasma sel.^{16,17}

Kelompok perlakuan 4 (P4) merupakan kelompok tikus yang diberikan minyak jelantah 12x penggorengan. Kelompok ini memiliki rata-rata skor kerusakan yang paling tinggi yaitu 5,8. Gambaran histopatologi yang terjadi berupa nekrosis tubulus yang ditandai dengan inti sel epitel tubulus yang rusak atau menghilang. Selain itu, beberapa glomerulus juga mengalami nekrosis. Berdasarkan teori, nekrosis merupakan kerusakan sel yang secara mikroskopik, terjadi perubahan inti nukleus yaitu inti menjadi keriput, tidak vasikuler lagi dan tampak lebih padat, warnanya gelap hitam atau kariopiknosis, inti pucat tidak nyata atau kariolisis, dan inti terpecah-pecah menjadi beberapa gumpalan atau karioreksis. Nekrosis dapat disebabkan oleh bermacam-macam agen etiologi dan dapat menyebabkan kematian dalam beberapa hari, seperti zat toksik dan logam berat, gangguan metabolik dan infeksi virus. Perdarahan sel ginjal diakibatkan karena kerusakan pada sel endotel kapiler glomerulus. Kerusakan seluler menyebabkan pelepasan berbagai mediator berupa histamin, prostaglandin, dan leukotrien yang dihasilkan dari dalam plasma atau dalam sel. Respon mediator meliputi vasodilatasi yang meningkatkan aliran darah dan permeabilitas kapiler yang mengakibatkan darah keluar dari kapiler.^{18,19}

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian minyak jelantah dengan peningkatan frekuensi penggorengan, mengakibatkan peningkatan kerusakan ginjal.

Hal ini dapat dilihat dari hasil uji hipotesis *Kruskal-Wallis* yang didapatkan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan kerusakan yang bermakna. Namun, setelah dilanjutkan dengan uji *Post-Hoc Mann Whitney*, didapatkan kerusakan ginjal yang terjadi antara P1 dan P2 tidak memiliki perbedaan yang bermakna. Hal tersebut dapat disebabkan oleh tingginya kadar air yang terkandung di dalam bahan makanan yang digoreng. Kandungan air tersebut menyebabkan terjadinya hidrolisis semakin cepat yang mempengaruhi peningkatan bilangan peroksida.

Pada penelitian ini digunakan tahu sebagai bahan yang digoreng. Tahu mengandung kadar air yang cukup tinggi, sehingga cepat merusak minyak saat dipanaskan. Secara statistik, minyak yang dipanaskan 1x hampir sama kerusakannya dengan minyak yang dipanaskan 4x. Namun, apabila diamati berdasarkan rata-rata kerusakan ginjal dan gambaran histopatologi tampak adanya perbedaan antara P1 dengan P2. Rerata kerusakan ginjal tikus yang diberikan minyak yang dipanaskan 1x adalah 2,6 dan gambaran histopatologi tampak edema tubulus. Sedangkan yang diberikan minyak 4x penggorengan memiliki rerata kerusakan ginjal 3,4 dan gambaran histopatologi tampak edema tubulus dan edema spatium bowman.

Kelompok P4 memiliki perbedaan bermakna dengan semua kelompok. Artinya penggorengan 12x memiliki tingkat kerusakan ginjal paling tinggi diantara yang lain. Berdasarkan analisis *Mann whitney* didapatkan kelompok P4 dan P3 memiliki nilai p paling rendah ($p = 0,005$) diantara semua kelompok, sehingga menandakan kedua kelompok ini menyebabkan kerusakan ginjal paling bermakna diantara yang lain.

Pada penelitian ini juga diperoleh perbedaan warna dan kekentalan minyak hasil penggorengan. Minyak yang paling jernih adalah minyak penggorengan 1x. Sedangkan minyak yang paling keruh dan kental adalah penggorengan 12x. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa, penggorengan yang berulang-ulang menyebabkan peningkatan kandungan bilangan peroksida. Minyak goreng yang memiliki kandungan peroksida yang melebihi standar, cenderung memiliki ciri-ciri khas yang dapat diamati dengan mata. Ciri-ciri

tersebut diantaranya berwarna coklat sampai kehitaman, memiliki endapan relatif tebal, keruh, berbuih, dan lebih kental apabila dibandingkan dengan minyak goreng dengan kadar peroksida lebih rendah.¹³

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa terdapat pengaruh pemberian minyak jelantah per-oral terhadap gambaran histopatologi ginjal tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*. Serta terdapat pengaruh frekuensi penggorengan minyak jelantah terhadap derajat kerusakan ginjal tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley*.

Daftar Pustaka

1. Widayat. Studi pengurangan bilangan asam , bilangan peroksida dan absorbansi dalam proses pemurnian minyak goreng bekas dengan zeolit alam aktif. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. 2007; 6(1): 7–12.
2. Defriani P. Tinjauan kepustakaan efek teh rosella terhadap faal ginjal pengguna alkohol. Jurnal MBJ [internet]. 2012 [disitasi tanggal 13 September 2016]; 4(2):1–8. Tersedia dari: <http://www.journal.mercubaktijaya.ac.id>
3. Rinawati W, Aulia D. Kidney injury molecule-1 (KIM-1) sebagai penanda baru nekrosis tubular akut. Majalah Kedokteran Indonesia. 2011; 61(2):81–5.
4. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Kemendag mendorong masyarakat untuk beralih dari minyak goreng curah ke minyak goreng kemasan. Jakarta: Kemendag RI; 2015.
5. Kementerian Perindustrian. Kebutuhan minyak goreng capai 4,2 juta ton. Jakarta: Kementerian Perindustrian; 2015.
6. Fauziah, Sirajudin S, Najamuddin U. Analisis kadar asam lemak bebas dalam gorengan dan minyak bekas hasil penggorengan makanan jajanan di workshop Unhas. Makasar: FKM Unhas; 2013. hlm. 1–9.
7. Amalia F, Retnaningsih, Johan IR. Perilaku penggunaan minyak goreng serta pengaruhnya terhadap keikutsertaan program pengumpulan minyak jelantah di kota Bogor. Jurnal Ilmu Keluarga dan Konsumen. 2010; 3(2):184–9.
8. Rukmini A. Regenerasi minyak goreng bekas dengan arang sekam menekan kerusakan organ tubuh. Seminar Nasional Teknologi; 24 November 2007; Yogyakarta. Indonesia: SMT; 2007.
9. Muallifah S. Penentuan angka asam thiobarbiturat dan angka peroksida pada minyak goreng bekas hasil pemurnian dengan karbon aktif dari biji kelor (*Moringa Oleifera*, Lamak) [Skripsi]. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim; 2009.
10. Khomsan A. Pangan dan gizi untuk kesehatan. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada; 2010.
11. Susianti. Pengaruh minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap gambaran histopatologi hepar dan jantung tikus. MKA. 2014; 37:55–60.
12. Aisyah. Pengaruh penggunaan minyak jelantah setelah penyerapan dengan ampas tebu terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida dalam darah mencit [Skripsi]. Padang; Universitas Andalas. 2010.
13. Siswanto W, Mulasari SA. Pengaruh frekuensi penggorengan terhadap peningkatan peroksida minyak goreng curah dan fortifikasi vitamin A. Kesmas. 2015; 9(1):1–10.
14. Tangkudung M. Perubahan kadar asam lemak bebas pada minyak goreng curah, minyak jagung dan minyak zaitun setelah proses penggorengan berulang [Tesis]. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo; 2013.

15. Latumahina GJ, Kakisina P, Moniharapon M. Peran madu sebagai antioksidan dalam mencegah kerusakan pankreas mencit (*Mus musculus*) terpapar asap rokok kretek. *Molluca Medica*. 2011; 4(1): 106–16.
16. Edoryansyah PA. Pengaruh pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap struktur histologis ginjal mencit akibat paparan minyak jelantah [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2015.
17. Soepraptini J, Ridho SF, Koesnoto SP. Histopathology of renal male rats of femoral fracture with cissus quadrangularis plant extract and calcium carbonate therapy. *Vet Medika J Klin Vet*. 2012; 1(1):5–8.
18. Manurung RD. Manfaat pemberian madu terhadap perubahan kadar ureum dan kreatinin serta makroskopik ginjal dan histopatologi tubulus proksimal ginjal mencit (*Mus musculus l.*) jantan yang diberi rhodamin B [Tesis]. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2011.
19. Pramudanti DR, Padaga MC, Winarso D. Effect of water extract of mango's mistletoe therapy (*Dendrophthoe pentandra*) to albumin levels and animal kidney histopathology of rats (*Rattus norvegicus*) model hypercholesterolemia. *Jurnal Kedokteran Hewan UB*. 2010; 2(3):1–8.
20. Muhartono, Windarti I, Liantari DS, Susianti. Risiko herbisida paraquat diklorida terhadap ginjal tikus putih *Sprague dawley*. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 2016; 29(1):43–46.