

PENGARUH MINYAK GORENG BEKAS YANG DIMURNIKAN DENGAN BUAH MENGGKUDU (*Morinda citrifolia*) TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI HEPAR DAN JANTUNG TIKUS

Susianti

ABSTRAK

Pemanasan minyak goreng secara berulang-ulang akan menyebabkan pembentukan radikal bebas. Metode pemurnian minyak goreng bekas dapat dilakukan dengan penambahan antioksidan ke dalam minyak. Salah satu tanaman yang kaya antioksidan adalah mengkudu. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan buah mengkudu (*Morinda Citrifolia*) terhadap gambaran histopatologi hepar dan jantung (miokardium dan arteri koronaria) tikus.

Sampel penelitian sebanyak 20 ekor yang dipilih secara acak dibagi dalam 4 kelompok dan diberi perlakuan selama 1 bulan. K1 (kontrol) diberikan *aquadest* 10µl/gram BB, K2 diberikan 10µl/gram BB minyak goreng bekas penggorengan lele 3 jam, K3 diberikan 10µl/gram BB minyak goreng bekas penggorengan lele 6 jam, dan K4 diberikan regenerasi minyak goreng bekas penggorengan lele 6 jam dengan buah mengkudu sebanyak 10µl/gram BB.

Pemberian minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) menurunkan jumlah kerusakan hepatosit, menurunkan jumlah persentase infiltrasi lemak pada sel otot jantung dan menurunkan ketebalan arteri koronaria tikus wistar jantan.

Kata Kunci: minyak goreng bekas, mengkudu, *Morinda citrifolia*, hepar, jantung

ABSTRACT

Heating cooking oil repeatedly will result formation of free radicals. Purifying used cooking oil can be done by giving antioxidant to the oil. Noni fruit is one of the plant that be rich of antioxidants. The aim of this research is to investigate the effect of used cooking oil which purified by noni fruit to liver and heart (myocardium and coronary artery) histopathology appearance heart of rat.

In this study, 20 male Wistar rats divided randomly into 4 groups and given treatment for 4 weeks. K1 (control) is given *aquadest*), K2 (given used cooking oil with 3 hours heating 10 mL/gram BW), K3 (given used cooking oil with 6 hours heating 10 ml/gram BW), K4 (given used cooking oil with 6 hours of heating which purified by noni fruit 10 mL/gram BW).

Giving used cooking oil which purified by noni fruit decrease the damage of hepatocyte, decreased the fatty infiltration percentage in myocardium and decreased the thickness of coronary artery.

Keywords : used cooking oil, noni fruit, *Morinda citrifolia*, liver, heart

PENDAHULUAN

Berdasarkan data yang diperoleh oleh Direktorat Jendral Perdagangan dalam Negeri (DJPDN) disebutkan bahwa kebutuhan minyak goreng dalam negeri meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2010 konsumsi minyak goreng di Indonesia berada diangka 3,4 juta ton dan pada tahun 2013 kebutuhan minyak goreng mencapai 4,2 ton. Minyak Goreng juga menyumbang 1,3% dari angka inflasi nasional.¹

Peningkatan kebutuhan dan peningkatan harga minyak goreng menyebabkan banyak rumah tangga, pedagang makanan gorengan hingga industri menggunakan minyak goreng bekas dalam kurun waktu yang lama.^{2,3} Penggunaan minyak goreng bekas dalam kurun waktu yang lama akan menyebabkan kerusakan pada minyak. Pemanasan yang berulang akan menyebabkan minyak mengalami reaksi *autooksidasi*, *thermal polimerasi* dan *thermal oksidasi*.⁴

Proses oksidasi dalam pemanasan minyak goreng akan menyebabkan pembentukan senyawa peroksida dan hidroperoksida yang merupakan radikal bebas. Proses pemanasan juga akan menyebabkan lepasnya asam lemak dari trigliserida sehingga asam lemak bebas mudah sekali teroksidasi menjadi aldehid, keton, asam-asam dan alkohol yang menyebabkan bau tengik.⁴ Penggunaan minyak goreng secara berulang akan menyebabkan deposisi sel lemak di berbagai organ tubuh. Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada berbagai organ tubuh seperti hati, jantung, ginjal dan arteri.²

Proses kerusakan minyak goreng tidak dapat dicegah melainkan dapat diperlambat dengan berbagai cara. Salah satunya dengan melakukan pemurnian dengan menggunakan adsorben tertentu seperti arang tempurung kelapa, tepung beras, mengkudu, lidah buaya dan bawang merah.⁵ Metode pemurnian minyak goreng bekas dapat pula dilakukan dengan penambahan antioksidan ke dalam minyak. Antioksidan akan memperlambat proses oksidasi dan menghambat reaksi berantai pembentukan radikal bebas.⁴

Buah mengkudu mengandung sumber antioksidan yang terdiri dari xeronin, proxeronin, asam askorbat, asam linoleat,

flavonoid, β -karoten dan *caprylit acid*. Senyawa antioksidan dapat menahan proses oksidasi dan menetralsir radikal bebas hasil oksidasi.⁶ Mengkudu juga mengandung asam linoleat yang dapat menekan pembentukan *trans fatty acid* pada pemanasan minyak goreng berulang sehingga dapat menurunkan kadar LDL dan meningkatkan HDL.⁷

Buah mengkudu mempunyai kandungan scopoletin yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan endogen seperti *superoxide dismutase* dan *catalase*.⁸ Selain itu scopoletin dapat menurunkan tekanan darah dengan menghambat spasme pembuluh darah dan merelaksasikan dari otot polos pembuluh darah. Proses ini akan menurunkan terjadinya *shear stress* pada pembuluh darah sehingga bisa menghambat terjadinya disfungsi endotel.⁹ Dari latar belakang tersebut, peneliti ingin meneliti mengenai pengaruh pemberian minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan buah mengkudu (*Morinda Citrifolia*) terhadap gambaran histopatologi hepar dan jantung (miokardium dan arteri koronaria) tikus.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan *Post Test Only Control Group Design*. Populasi penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Wistar* berumur 10–16 minggu yang diperoleh dari Laboratorium Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Sampel penelitian sebanyak 20 ekor yang dipilih secara acak yang dibagi dalam 4 kelompok.

Pemanasan minyak goreng diperlukan supaya untuk merusak minyak dan melihat efeknya terhadap tikus yang nantinya dibandingkan dengan tikus yang diberi regenerasi minyak goreng bekas. Minyak goreng yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng bekas penggorengan lele. Hal ini didasarkan pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa penurunan kualitas minyak goreng terburuk terjadi pada minyak goreng bekas penggorengan lele.² Proses pemanasan minyak goreng dilakukan selama 3 jam yang akan diberikan ke kelompok 2. Kemudian pemanasan minyak goreng dilakukan selama 6 jam yang akan diberikan ke kelompok 3. Minyak goreng dengan pemanasan 6 jam ini juga menjadi

bahan untuk pemurnian minyak goreng dengan mengkudu. Waktu penggorengan ini juga telah memenuhi persyaratan perusakan minyak goreng karena proses dekomposisi minyak goreng mulai terjadi pada pemanasan 5 jam untuk menggoreng bahan makanan sumber protein baik nabati maupun hewani.² Pemberian minyak goreng bekas kepada hewan percobaan dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya. Dosis yang dipakai untuk menginduksi tikus dengan minyak goreng ialah 10µl/gram berat badan.¹⁰ Dimana pada dosis tersebut telah terbukti bahwa dosis ini tepat untuk menginduksi tikus dengan minyak goreng.

Proses pemurnian minyak goreng bekas dengan buah mengkudu didasarkan pada prosedur pemurnian minyak goreng bekas yang diteliti oleh.¹¹ Pada proses pemurnian dibutuhkan minyak goreng bekas penggorengan lele yang telah digunakan untuk menggoreng lele selama 6 jam. Selain minyak goreng bekas dibutuhkan juga buah mengkudu.

Proses pemurnian minyak goreng dimulai dengan mencacah buah mengkudu setelah dicacah kemudian dilumatkan dengan menggunakan blender. Setelah semua mengkudu menjadi lumat maka masukkan 4 sendok makan sari mengkudu ke dalam gelas kaca yang sudah diisi 100 ml minyak goreng bekas aduk dengan menggunakan sendok atau batang pengaduk. Diamkan selama 10–15 menit. Setelah itu minyak goreng yang telah tercampur sari mengkudu dimasukkan ke dalam wajan. Panaskan hingga suhu 50–60 °C (diraba dengan tangan terasa hangat) atau biarkan 5 menit setelah terdengar bunyi gemericik sambil terus diaduk. Kemudian matikan kompor lalu diamkan 10–15 menit. Saring minyak goreng bagian atas dengan menggunakan penyaring dan endapannya dibuang.¹¹

Untuk pemberian intervensi dilakukan berdasarkan kelompok perlakuan. Untuk kelompok 1 (kontrol) diberikan pakan standar dan *aquadest* sebanyak 10µl/gram berat badan yang diberikan melalui sonde oral. Pemberian *aquasest* secara sonde oral ini dilakukan agar setiap tikus percobaan mendapatkan stress yang sama pada waktu proses penyondean oral. Untuk kelompok 2 diberikan pakan standar dan diberikan intervensi berupa pemberian 10µl/gram berat badan minyak goreng bekas penggorengan

lele selama 3 jam yang diberikan selama 1 bulan dengan menggunakan sonde oral.

Untuk kelompok 3 diberikan pakan standar dan diberikan intervensi berupa pemberian 10µl/gram berat badan minyak goreng bekas penggorengan lele selama 6 jam yang diberikan selama 1 bulan dengan menggunakan sonde oral. Untuk kelompok 4 diberikan pakan standar dan diberikan intervensi berupa pemberian regenerasi minyak goreng bekas penggorengan lele selama 6 jam dengan buah mengkudu sebanyak 10µl/gram berat badan selama 1 bulan dengan menggunakan sonde oral.

Pada akhir perlakuan tikus akan dianestesi dengan menggunakan *ketamine-xylazine* dengan dosis 75–100 mg/kg + 5–10 mg/kg secara intraperitoneal dengan durasi selama 10–30 menit.¹² Sampel hepar, jantung dan arteri koronaria difiksasi dengan formalin 10% dan dikirim ke laboratorium patologi anatomi untuk pembuatan sediaan mikroskopis. Prosedur Pembuatan Preparat/Slide meliputi *Trimming, dehidrasi, clearing, impregnasi, embedding, cutting, staining (pewarnaan) dengan Harris Hematoxylin Eosin, mounting*, dan membaca slide dengan mikroskop.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan histopatologi di bawah mikroskop diuji analisis statistik menggunakan program SPSS versi 17.0. Hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji normalitas data (Saphiro-Wilk). Jika varian data distribusi normal serta homogen, maka dilanjutkan dengan metode *one way annova*. Jika varian data tidak berdistribusi normal maka alternatifnya dipilih uji Kruskal-Wallis. Hipotesis akan dianggap bermakna bila $p < 0,05$. Jika pada uji ANOVA menghasilkan nilai $p < 0,05$, maka dilanjutkan dengan analisis *pos hoc* test, yaitu dengan uji *Mann-Whitney* (Dahlan, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Histopatologi Hepar

Hepatosit Tikus dinyatakan rusak apabila ditemukan nekrosis (terlihat dari dinding sel yang mengalami ruptur dan inti sel yang mengalami nekrosis) atau edema (terlihat sel yang mengalami pembengkakan dan pecah). Rerata kerusakan dihitung berdasarkan pengamatan kerusakan hepatosit pada 5 lapangan pandang.

Pada kelompok 1 didapatkan rerata kerusakan 2,64+6,83 %, kelompok 2 27,14+3,62 %, kelompok 3 35,00+2,69 %, dan kelompok 4 26,06+6,03 %. Data ini kemudian diolah menggunakan program statistik dengan uji *Kruskal-Wallis*, diperoleh nilai $P=0,002$, yang artinya terdapat perbedaan yang bermakna.

Berdasarkan hasil mikroskopis gambaran hepatosit Tikus didapatkan bahwa pada kelompok 1 memiliki rerata rasio kerusakan hepatosit terendah, yaitu sebesar 2,64+6,83 %. Hasil yang didapatkan sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Rukhmini (2007) dan Thadeus (2005) yaitu terdapat gambaran sinusoidnya yang masih baik dan tidak mengalami penyempitan, sedangkan pada gambaran hepatosit mengalami kerusakan yang minimal akibat kematian sel yang terjadi. Pada kelompok ini memiliki perbedaan gambaran mikroskopis secara signifikan dengan kelompok minyak goreng bekas. Hal ini dikarenakan kelompok kontrol hanya diberikan aquadest yang tidak mengandung zat oksidan sehingga gambaran hepatositnya dalam batas normal. Berbeda dengan kelompok perlakuan yang mengalami kerusakan hepatosit cukup banyak.

Pada kelompok perlakuan 2, 3, dan 4 memiliki tingkat kerusakan hepatosit yang beragam dan merupakan kelompok perlakuan yang mengandung zat oksidan di dalam minyak goreng bekas. Hal tersebut dapat terjadi karena penggunaan minyak goreng secara terus menerus. Zat oksidan atau radikal bebas tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada membran hepatosit, sehingga hepatosit menjadi nekrosis atau edema. Edem hepatosit adalah hepatosit yang mengalami pembengkakan osmotik dan pecah. Sedangkan nekrosis hepatosit adalah hepatosit yang mengalami mumifikasi.^{4,13,14,15} Kelompok 2 memiliki perbedaan gambaran histopatologi yang signifikan dengan kelompok 1 dan 3, hal ini dikarenakan pada kelompok 3 lebih banyak mengandung zat oksidan sehingga menyebabkan kerusakan yang lebih parah. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rukmini (2007) dan Thadeus (2005) yaitu semakin tinggi tingkat kerusakan minyak goreng bekas yang diberikan akan menyebabkan kerusakan hepatosit yang lebih parah juga seperti nekrosis dan edema.

Sedangkan dengan kelompok 2 dan 4 tidak memiliki perbedaan gambaran histopatologi yang signifikan, hal ini terjadi karena pada kelompok 4 minyak 6 jam penggorengan yang telah dimurnikan dengan buah mengkudu terbukti dapat menurunkan efek kerusakan dari minyak goreng bekas terhadap hepatosit sehingga menunjukkan hasil yang hampir sama dengan kelompok 2.^{2,10}

Pada kelompok 3 memiliki perbedaan gambaran hepatosit yang signifikan dengan kelompok 4, hal ini dapat terjadi karena pada kelompok 4 minyak 6 jam penggorengan yang telah dimurnikan dengan buah mengkudu terbukti dapat menurunkan efek kerusakan dari minyak goreng bekas terhadap hepatosit sehingga menunjukkan hasil yang lebih baik. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rukmini (2007) yaitu pada tikus yang diberi minyak goreng bekas yang telah diregenerasi akan lebih bersih gambaran histopatologi heparinya, baik pada hepatosit maupun pada sinusoidnya.²

1. Gambaran histopatologi jantung

a. Miokardium

Pada kelompok 1 (kontrol) secara mikroskopik selnya terlihat normal, tidak ada pembengkakan dan jumlah infiltrasi lemak 0%. Pada kelompok 2 selnya terlihat mengalami pembengkakan, inti selnya terlihat membesar dan terdapat infiltrasi lemak diantara sel otot jantung sebanyak 4,23%. Pada kelompok 3 selnya terlihat mengalami pembengkakan, inti selnya terlihat membesar dan banyak di perifer dan terdapat infiltrasi lemak diantara sel otot jantung sebanyak 12,15%. Persentase infiltrasi lemak paling banyak dibandingkan dengan kelompok 2 dan 4. Pada kelompok 4 selnya terlihat sudah tidak mengalami pembengkakan, inti selnya terlihat kecil, dan terdapat infiltrasi lemak diantara sel otot jantung sebanyak 2,55%.

Kelompok 2 dan 3 terlihat mengalami pembengkakan sel dan inti sel. Hal tersebut dikarenakan respon pertama yang akan terjadi ketika suatu sel bereaksi terhadap cedera atau jejas dimana setiap sel tidak mampu mempertahankan homeostasis ionik dan cairan. Hal ini menyebabkan kegagalan mekanisme regulasi pompa ion natrium-kalium dalam sel yang disebabkan oleh kehilangan ATP sehingga ion natrium dan

air mengalir ke dalam sel dan ion kalium meninggalkan sel. Perubahan ini terjadi cepat dan bersifat reversibel.¹⁶ Pada sel otot jantung kelompok 2 dan 3 juga terlihat infiltrasi lemak. Hal ini dikarenakan terjadi perubahan metabolisme lemak pada tikus karena mendapatkan asupan lemak yang berlebihan sehingga mengakibatkan akumulasi dari triasilgliserol tersebut pada otot, salah satunya adalah otot jantung. Selain itu pemanasan minyak goreng bekas akan mengakibatkan terbentuknya suatu radikal bebas yaitu peroksida dan hidroperoksida.⁴ Kedua hal tersebut menginduksi terjadinya cedera atau jejas sel otot jantung yang menyebabkan efek yang merusak pada struktur dan fungsi sel tersebut. Salah satu manifestasinya adalah perubahan morfologi sel yang bersifat *reversible*. Perubahan perlemakan (*fatty change*) menggambarkan adanya penimbunan abnormal trigliserid dalam sel parenkim. Perlemakan bermanifestasi sebagai vakuola-vakuola lemak di dalam sitoplasma.¹⁶ Akumulasi tetes-tetes lemak atau perlemakan sel merupakan perubahan morfologik yang bersifat *reversible* ketika sel bereaksi terhadap cedera atau jejas. Akumulasi abnormal lemak pada sel bisa mengakibatkan toksisitas sel atau yang lebih dikenal lipotoksitas. Dimana lemak menembus membran sel melalui transporter *fatty acid transport protein*.¹⁷ Kerusakan sel tersebut menyebabkan terjadinya infiltrasi lemak dimana sel lemak menembus membran sel dan terjadi akumulasi sel-sel lemak intraseluler yaitu diantara sel parenkim suatu organ yang salah satunya sel otot jantung. Kemungkinan hal ini sebagai akibat transformasi sel jaringan pada penyambung interstitial ke dalam sel lemak.¹⁸ Efek samping dari adanya timbunan lemak ini mengakibatkan gangguan kontraksi dari otot jantung untuk lebih lanjutnya. Setelah dilakukan uji statistik dengan uji *Kruskal-Wallis* didapatkan $p=0,000$ ($p<0,05$). Nilai ini menunjukkan terdapat pengaruh pemberian minyak goreng bekas terhadap jumlah infiltrasi lemak pada sel otot jantung secara signifikan.

Didapatkan juga hasil histopatologi sel otot jantung pada kelompok 4 terlihat sel otot jantung dan inti sel tidak mengalami pembengkakan yang artinya sel sudah kembali mampu mempertahankan homeostasis ionik dan cairan. Hal tersebut dikarenakan buah mengkudu (*Morinda*

citrifolia) memiliki kandungan antioksidan. Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal radikal bebas yaitu dengan menunda atau menghambat proses oksidasi lipid dengan membiarkan dirinya sendiri teroksidasi buah mengkudu memiliki senyawa antioksidan yakni selenium yang mencegah kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas. Selenium merupakan ko-faktor dari enzim *glutathione peroksidase* selain membantu mencegah kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas. Asam askorbat (vitamin C), dapat menjaga serangan oksidasi secara eksogen dan endogen. Beta karoten, menjaga proses pengrusakan oksidasi dinding sel yang terdiri dari lemak. Flavonoid, dapat mengurangi aktivitas radikal hidroksi, anion superoksida dan radikal peroksida dengan melindungi lipid membran terhadap reaksi oksidasi yang merusak.¹⁹

b. Arteri koronaria.

Berdasarkan hasil ketebalan arteri koronaria tikus didapatkan bahwa pada kelompok 1 memiliki rerata ketebalan arteri koronaria yang terendah jika dibandingkan dengan kelompok lainnya yaitu sebesar $32,26\pm 12,24$ μm . Dari gambaran mikroskopis juga pada kelompok ini memiliki perbedaan gambaran dengan kelompok lainnya yaitu pada kelompok ini dinding arterinya paling tipis jika dibandingkan dengan kelompok 2, 3 dan 4. Selain itu pada tunika intima, tunika media dan adventitia masih terlihat jelas dan berbatas tegas. Hasil gambaran mikroskopis ini sesuai dengan teori gambaran histologis pada arteri koronaria.²⁰ Kelompok 2 menunjukkan peningkatan ketebalan arteri koronaria yaitu sebesar $46,50\pm 10,86$ μm dan kelompok 3 sebesar $60,55\pm 15,07$ μm . Hal ini disebabkan pada minyak goreng bekas penggorengan ini terdapat proses oksidasi yang akan menyebabkan pembentukan senyawa peroksida dan hidroperoksida yang merupakan radikal bebas.⁴ Senyawa radikal bebas akan menyebabkan disfungsi endotel yang merupakan tahap awal dari proses *aterosclerosis*.^{21,22} Selain itu radikal bebas akan mengoksidasi LDL yang akan berperan dalam pembentukan *foam cell*.²³ Pada proses penggorengan minyak goreng juga terjadi *thermal oksidasi* yang akan menyebabkan perubahan asam lemak dari komposisi *cis* menjadi *trans*.²⁴ Asam lemak

dengan komposisi *trans* berbahaya untuk tubuh karena dapat meningkatkan kadar LDL dan menurunkan kadar HDL.⁷ Proses ini akan menyebabkan disfungsi endotel dan dapat meningkatkan masukan lemak ke dalam pembuluh darah.^{21,22}

Kelompok 4 menunjukkan perbaikan yang ditandai oleh semakin tipisnya penebalan arteri koronaria yaitu sebesar $33,20 \pm 7,25 \mu\text{m}$. Hal ini disebabkan karena buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) mengandung kandungan yang dapat mencegah proses penumpukan sel lemak dalam pembuluh darah (*Aterosklerosis*). Buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) mengandung sumber antioksidan yang terdiri dari kelompok antioksidan yang terdiri dari xeronin, proxeronin, asam askorbat, asam linoleat, β -karoten, flavonoid dan *capryllit acid* (Rukmana, 2002). Senyawa ini merupakan antioksidan yang dapat menahan proses oksidasi dan menetralsir radikal bebas sehingga senyawa ini dapat menghambat proses pembentukan peroksida dan hidroperoksida yang dihasilkan pada saat pemansan minyak goreng berulang.^{4,6} Selain itu, pada buah mengkudu terdapat selenium yang merupakan kofaktor dari enzim *glutathione peroksidase*. Enzim *glutathione*

peroksidase merupakan antioksidan endogen dalam tubuh.¹⁹ Buah mengkudu juga mengandung scopoletin yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan endogen seperti *superoxide dismutase* dan *catalase* sehingga dengan pemberian buah mengkudu selain menjadi sumber antioksidan eksogen juga dapat meningkatkan kerja dari antioksidan endogen.⁸

SIMPULAN

1. Pemberian minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) menurunkan jumlah kerusakan hepatosit Tikus Wistar jantan.
2. Pemberian minyak goreng bekas yang dimurnikan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) menurunkan jumlah persentase infiltrasi lemak pada sel otot jantung tikus *Wistar* jantan.
3. Pemberian minyak goreng bekas yang dimurnikan dengan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dapat menurunkan ketebalan arteri koronaria tikus wistar jantan.

DAFTAR RUJUKAN

1. Kementrian Perindustrian. Kebutuhan minyak goreng capai 4,2 juta ton. Diakses pada tanggal 3 Oktober 2013
2. Rukmini A. *Regenerasi Minyak Goreng Bekas Dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh*. Seminar Nasional Teknologi. Program Studi Teknologi Pertanian. Universitas Widya Mataram Yogyakarta 2007.
3. Winarni, Sunarto W, Mantini S. Penetralan dan adsorbsi minyak goreng bekas menjadi minyak goreng layak konsumsi. *J. Universitas Negeri Semarang*. 8(1): 46–56.
4. Ketaren S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia 2010: 1-185.
5. Widayat, Suherman, Haryani K.. Optimasi proses adsorbsi minyak goreng bekas dengan adsorbent zeolit alam: studi pengurangan bilangan asam. *Jurnal teknik gelegar* 2006;17(1).
6. Mulyati S, Meilina, Hesti. Pemurnian minyak jelantah dengan menggunakan sari mengkudu. Laporan Penelitian. Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Negeri Syiah Kuala 2006: 46–78.
7. Tuminah S. Efek asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh (*trans*) terhadap kesehatan. *J. Media Peneliti dan Pengembangan Kesehatan* 2009; 19(1): 13–20.
8. Panda S, Kar A. Evaluation of the antithyroid, antioxidative and antihyperglycemic activity of scopoletin from *Aegle marmelos* leaves in hyperthyroid rats. *J. Phytother Res* 2006; 20(12):1103–5.
9. Kumar R, Kumar A, Sharma R, Baruwa A. 2010. Pharmacological review on natural ACE interview. *J. Der Pharmacia Lettre* 2010; 2(2): 273–93.
10. Thadeus MS. *Pengaruh Vitamin C dan Vitamin E Terhadap Perubahan Histologik Hati, Jantung dan Aorta Musmusculus L Galur Swiss Derived Akibat Pemberian Minyak Jelantah*. [Tesis]. Universitas Indonesia 2005.

11. Mahmudatussa Al. *Modul minyak*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia 2013:1-35.
12. American Veterinary Medical Association. AVMA guidelines for the euthanasia of animals. Schaumburg: American Veterinary Medical Association. 2013:30-48.
13. Harjanto. Pemulihan stress oksidatif pada latihan olahraga. *Jurnal Kedokteran YARSI* 2004;12(3):81-7.
14. Heinecke JW. Oxidative stress: New approaches to diagnosis and prognosis in atherosclerosis. A Symposium: Closed roundtable on atherosclerosis. *Am J Cardiol* 2003;91:12-6.
15. Robbins SL dan Kumar V. *Buku Ajar Patologi II 7th ed*. Jakarta: EGC 2007:1:4-33, 2:663-710.
16. Mitchell RN. dan Cotran RS. Jejas, adaptasi, dan kematian sel. Dalam: Robbins. *Buku ajar patologi edisi 7*. Jakarta: EGC 2007: 1:4-33.
17. Malhi H. and Gores GJ. Molecular mechanism of lipotoxicity in nonalcoholic fatty liver disease. *J. Semin liver dis* 2008; 28 (4):360-9.
18. Tambayong, J. *Patofisiologi konsep klinis proses-proses penyakit*. Jakarta: EGC 2000:125.
19. Surya H. Efek ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia l*) terhadap kadar enzim SGOT dan SGPT pada mencit dengan induksi karbon tetraklorida. Skripsi. Surakarta: UNS 2009:7-16.
20. Char MD. The pathophysiology of acute coronary syndromes. *J. Emergency Medicine Cardiac Research* 2005; 1(1):1-6.
21. Rosen AB, Gelfand EV. Pathophysiology of acute coronary syndromes. Dalam: management of acute coronary syndromes. J. Wiley Blackwell 2009; 1(1): 1-11.
22. Char MD. The pathophysiology of acute coronary syndromes. *J. Emergency Medicine Cardiac Research* 2005; 1(1):1-6.
23. Kumar A, Cannon CP. Acute coronary syndromes: diagnosis and management part 1. *J. Mayo Clin Proc* 2009;84(10): 917-38.
24. Sartika RAD. Pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (*deep frying*) terhadap pembentukan asam lemak trans. *J. Markara sains* 2009;13:23-8.