

## PENGARUH PEMBERIAN KOMBINASI MINYAK RAMI DENGAN MINYAK WIJEN TERHADAP KADAR SGPT SPRAGUE DAWLEY DISLIPIDEMIA

Radhesia Iriani Putri, Martha Ardiaria<sup>\*)</sup>

Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

### ABSTRAK

**Background:** Dyslipidemia is a risk factor for fatty liver disease. Alanine aminotransferase (ALT) levels is more correlated with fatty liver and frequently used as a sign of hepatocyte injury. Flaxseed oil and sesame oil containing  $\alpha$ -linolenic acid, vitamin E and sesamin which potentially can reduce levels of ALT.

**Objective:** Determine the effect of combination of flaxseed oil and sesame oil administration on ALT levels from rats with dyslipidemia.

**Methods:** A true experimental with pre and post test randomized control group design towards 24 Sprague dawley dyslipidemic rats which were divided into four groups. There were control group that was given standard diet and three treatment groups were given a standard diet and flaxseed oil and sesame oil combination with a dose of 1 ml, 2 ml, and 3 ml for 14 days. Alanine aminotransferase (ALT) levels were determined by spectrophotometric method. Datas were analyzed by Paired t-test and ANOVA.

**Results:** There were significant difference before and after the intervention on the treatment groups, respectively. The mean of ALT levels before the intervention from group P1, P2, dan P3 were  $37,06 \pm 0,50$ ;  $37,78 \pm 0,56$ ; and  $37,68 \pm 0,61$ . Whereas, the mean of ALT levels after the intervention of the P1 group ( $p=0,000$ ), P2 ( $p=0,000$ ), and P3 ( $p=0,000$ ) were  $29,45 \pm 0,50$ ;  $26,05 \pm 0,66$ ; and  $22,89 \pm 0,47$ .

**Conclusion:** Administration of combination from flaxseed oil with sesame oil for 14 days at a dose of 1 ml, 2 ml, and 3 ml can reduce levels of ALT in Sprague dawley rats with dyslipidemia especially by dose 3 ml.

**Keywords:** Flaxseed oil, sesame oil, ALT, dyslipidemia

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Dislipidemia adalah faktor risiko penyakit perlemakan hati. Kadar SGPT lebih berkorelasi dengan perlemakan hati dan sering digunakan sebagai tanda jejas hepatosit. Minyak rami dan minyak wijen mengandung asam  $\alpha$ -linolenat, vitamin E dan sesamin yang berpotensi menurunkan kadar SGPT.

**Tujuan:** Mengetahui pengaruh pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen terhadap kadar SGPT pada tikus dislipidemia.

**Metode:** Penelitian true experimental dengan pre and post test randomized control group design terhadap 24 ekor tikus Sprague dawley dislipidemia yang dibagi secara acak dalam 4 kelompok yaitu kelompok kontrol yang hanya diberikan pakan standar. Tiga kelompok perlakuan diberikan pakan standar dan kombinasi minyak rami dengan wijen dengan dosis 1 ml, 2 ml, dan 3 ml selama 14 hari. Kadar SGPT diperiksa dengan metode spektrofotometri. Data dianalisis dengan uji Paired t-test dan Anova.

**Hasil:** Terdapat perbedaan bermakna sebelum dan setelah intervensi pada kelompok perlakuan. Rerata kadar SGPT sebelum intervensi pada kelompok P1, P2, dan P3 adalah  $37,06 \pm 0,50$ ;  $37,78 \pm 0,56$ ; dan  $37,68 \pm 0,61$ . Sedangkan rerata kadar SGPT setelah intervensi pada kelompok P1 ( $p=0,000$ ), P2 ( $p=0,000$ ), dan P3 ( $p=0,000$ ) adalah  $29,45 \pm 0,50$ ;  $26,05 \pm 0,66$ ; dan  $22,89 \pm 0,47$ .

**Simpulan:** Pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen selama 14 hari pada dosis 1 ml, 2 ml, dan 3 ml dapat menurunkan kadar SGPT pada tikus Sprague dawley dislipidemia. Penurunan terbesar terjadi pada dosis 3 ml.

**Kata kunci:** minyak rami, minyak wijen, SGPT, dislipidemia

### PENDAHULUAN

Dislipidemia merupakan penyakit yang mengacu pada tingkat profil lipid yang meningkat, kondisi ini dimana kadar yang tinggi pada kolesterol total, LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan trigliserida, serta kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) yang rendah.<sup>1</sup> Dislipidemia adalah faktor risiko dari berbagai penyakit, seperti perlemakan hati. Total kolesterol dan konsentrasi HDL sering digunakan untuk menilai prevalensi dislipidemia. Penelitian menunjukkan bahwa setiap

peningkatan total kolesterol 10 mg/dL dikaitkan dengan peningkatan 5% dari total mortalitas.<sup>2</sup> Prevalensi dislipidemia semakin meningkat diseluruh dunia. Peningkatan ini terjadi karena perubahan gaya hidup, pola makan, aktivitas yang kurang, dan obesitas.<sup>2-3</sup> Menurut laporan Riskesdas 2013, penduduk yang berusia  $\geq 15$  tahun memiliki total kolesterol tinggi  $\geq 240$  mg/dl sebesar 35,9% dan HDL rendah sebesar 22,9%.<sup>4</sup>

Dislipidemia merupakan faktor risiko dari penyakit perlemakan hati. Perlemakan hati adalah

suatu kondisi akumulasi lemak pada hati. Di dalam hati, asam lemak bebas akan mengalami metabolisme lebih lanjut yaitu terjadi proses esterifikasi menjadi trigliserida. Apabila terjadi peningkatan massa jaringan lemak tubuh akan meningkatkan pelepasan asam lemak bebas dan akan menumpuk di dalam hati.<sup>5</sup>

*Serum glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT) dan *serum glutamic pyruvic transaminase* (SGPT) dapat dipakai untuk melihat kerusakan sel hati, mitokondria dan sel parenkim. *Serum glutamic oxaloacetic transaminase* (SGOT) ditemukan dalam hati, jantung, otot rangka, serta ginjal. Kadar SGOT dapat meningkat ketika jaringan tubuh atau organ seperti jantung dan hati mengalami kerusakan. *Serum glutamic pyruvic transaminase* (SGPT) adalah enzim sitosol yang ditemukan dalam hati dan lebih spesifik untuk pemeriksaan fungsi hati.<sup>6</sup> Kadar SGPT lebih berkorelasi dengan perlemakan hati dan sering digunakan sebagai tanda jejas hepatosit jika dibandingkan kadar SGOT. Sebuah penelitian menyatakan bahwa adanya peningkatan kadar total kolesterol (>200 mg/dL) dan LDL (>130 mg/dL) dapat meningkatkan kadar SGPT.<sup>7-8</sup>

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar SGPT yaitu asupan makan, alkohol, aktivitas fisik, hormon, dan penyakit. Peningkatan enzim hati SGPT berkaitan dengan kerusakan pada hati. Penatalaksanaan dislipidemia dapat dilakukan dengan merubah gaya hidup yaitu menerapkan pola makan dengan pembatasan kalori dan lemak jenuh, meningkatkan aktivitas fisik, menurunkan berat badan, dan penggunaan terapi obat.<sup>9,10</sup> Penggunaan minyak sayur pada makanan menjadi alternatif dalam mengasup makan dengan pembatasan lemak jenuh. Minyak sayur yang dapat digunakan antara lain minyak rami dan minyak wijen.

Minyak rami adalah salah satu diantara minyak sayuran yang mempunyai kadar asam  $\alpha$ -linolenat yang tinggi (57%). Asam  $\alpha$ -linolenat adalah asam lemak tak jenuh ganda yang tidak dapat disintesis oleh manusia. Asam  $\alpha$ -linolenat dilaporkan memiliki efek yang menguntungkan pada profil lipid darah. Sebuah penelitian menyatakan bahwa minyak rami dapat juga menurunkan SGPT.<sup>11</sup> Penggunaan minyak rami sebanyak 270 mg/kg/bb/hari yang diberikan secara oral pada tikus dapat menurunkan kadar SGPT.<sup>12</sup>

Minyak wijen adalah minyak sayuran yang berasal dari tanaman biji sesame (*Sesamum indicum*). Wijen mengandung omega-6, serat, vitamin E, dan lignan seperti sesamin, sesamol, sesamolol dan sesaminol.<sup>13</sup> Asam lemak didalam minyak wijen adalah asam oleat, asam linoleat,

palmitat dan stearat.<sup>13-14</sup> Sesamin, sesamol, sesamolol dan sesaminol berfungsi sebagai antioksidan, antikarsinogen, antihipertensi dan dapat mengurangi kadar lipid serum. Minyak wijen dapat menurunkan penyakit terkait stres oksidatif diantaranya adalah aterosklerosis, diabetes mellitus, obesitas, gagal ginjal kronis, dan lain-lain.<sup>15-16</sup> Sebuah penelitian menyatakan juga bahwa minyak wijen dapat menurunkan kadar SGPT ketika terdapat peningkatan SGPT didalam darah.<sup>16</sup>

Minyak rami memiliki sifat yang rentan terhadap oksidasi dan memiliki umur simpan yang pendek. Proses oksidasi dapat menghasilkan bau tengik, penurunan rasa dan kualitas zat gizi. Penelitian sebelumnya pada minyak rami menyarankan untuk mengkombinasikan minyak rami dengan minyak sayur lainnya untuk meningkatkan kestabilan minyak terhadap oksidatif.<sup>17</sup> Minyak wijen lebih stabil dan tahan ketengikan karena mengandung asam oleat dan antioksidan alami yang tinggi. Asam oleat dapat menghambat oksidatif, meningkatkan kualitas rasa, dan umur simpan yang lebih lama sedangkan antioksidan dapat memodifikasi karakteristik fisikokimia minyak rami dan meningkatkan stabilitas oksidatif.<sup>18</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti ingin melakukan penelitian tentang pengaruh pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen terhadap kadar SGPT pada tikus *Sprague dawley* dislipidemia.

#### METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2016. Ruang lingkup penelitian ini termasuk dalam bidang gizi biomedik. Jenis penelitian ini adalah *true experimental* dengan *pre and post test randomized control group design*. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen.

Subjek penelitian ini adalah tikus jantan galur *Sprague dawley*. Pemilihan jenis tikus ini karena tikus *Sprague dawley* lebih sensitif terhadap lipid dan lebih tahan terhadap perlakuan.<sup>19</sup> Penggunaan tikus jantan karena memberikan hasil penelitian yang lebih stabil karena tidak dipengaruhi hormon estrogen.<sup>20</sup> Subyek diperoleh dari Unit Pengembangan Hewan Percobaan (UPHP) Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Total besar sampel tiap kelompok adalah 6 ekor. Penentuan sampel untuk tiap kelompok ditentukan berdasarkan kriteria WHO yaitu besar sampel minimal tiap kelompok adalah 5 ekor.<sup>21</sup> Jumlah sampel tiap

kelompok ditambah 10% untuk mengantisipasi apabila ada tikus yang *drop out* maka ditambahkan 1 ekor tikus pada tiap kelompok. Jumlah keseluruhan tikus yang menjadi subjek penelitian ini adalah 24 ekor.

Metode pemilihan sampel menggunakan *simple random sampling*. Kriteria inklusi tikus meliputi tikus jantan galur *Sprague dawley*, berumur 6-8 minggu, memiliki berat badan 150-200 gram, kondisi sehat (aktif dan tidak cacat). Kriteria eksklusi adalah tikus mati pada saat penelitian berlangsung, tikus mengalami perubahan perilaku (penolakan makan dan lemas), tikus mengalami penurunan berat badan >10% dari berat badan awal.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dosis 1 ml/200 gBB, 2 ml/200 gBB, dan 3 ml/200 gBB. Variabel terikat penelitian ini adalah kadar SGPT. Variabel terkontrol penelitian ini adalah galur tikus hewan coba, umur hewan coba, jenis kelamin hewan coba, pakan hewan coba, kandang dan sistem perkandangan hewan coba.

Kombinasi minyak rami dengan minyak wijen didapatkan dari minyak yang dihasilkan dari biji rami berwarna coklat dan biji wijen berwarna putih. Metode yang digunakan untuk menghasilkan minyak adalah metode *Hydraulic Pressing* (pengepresan hidrolis).

Pengujian kandungan asam lemak dan antioksidan dilakukan untuk melihat kandungan asam lemak dan antioksidan dari minyak rami dan minyak wijen. Analisis asam lemak dan antioksidan dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada Yogyakarta (LPPT). Analisis asam lemak dilakukan dengan metode kromatografi gas sedangkan analisis antioksidan dilakukan dengan metode RSA (*Radical Scavenging Activity*). Sampel yang dianalisis adalah minyak rami dan minyak wijen.

Kedua puluh empat ekor tikus diadaptasi. Adaptasi dilakukan selama tujuh hari, dan selama masa adaptasi subyek diberikan pakan standar sebanyak 20 gram/200 gBB. Jenis pakan standar yang digunakan adalah AD II. Setelah masa adaptasi tikus dibagi ke dalam empat kelompok dengan metode *simple random sampling*. Empat kelompok perlakuan meliputi kelompok kontrol, kelompok perlakuan 1, kelompok perlakuan 2, dan kelompok perlakuan 3. Keempat kelompok diberikan pakan standar, 10% pakan tinggi lemak bagian perut daging babi, dan asam kolat 2% selama empat belas hari. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengambilan darah untuk menganalisis kadar SGPT sebelum perlakuan. Tikus dipuasakan selama 12 jam, setelah itu induksi anestesi dengan

penyuntikan ketamin 60 mg/kg berat badan. Sampel darah diambil sebanyak 3 ml melalui *ophthalmic venous plexus*. Pemeriksaan kadar SGPT menggunakan metode spektrofotometri UV dengan kit *diasys*.

Tahap intervensi, semua kelompok perlakuan diberikan kombinasi minyak rami dengan minyak wijen selama 14 hari. Kelompok perlakuan 1 adalah kelompok subjek yang diberikan pakan standar dan kombinasi minyak rami dan minyak wijen dengan dosis 1 ml/200 gBB. Kelompok perlakuan 2 adalah kelompok subjek yang diberikan pakan standar dan kombinasi minyak rami dan minyak wijen dengan dosis 2 ml/200 gBB. Kelompok perlakuan 3 adalah kelompok subjek yang diberikan pakan standar dan kombinasi minyak rami dan minyak wijen dengan dosis 3 ml/200 gBB. Kelompok kontrol hanya diberikan pakan standar. Setelah tahap intervensi, tikus akan diambil darahnya kembali untuk dianalisis kadar SGPT. Pemeriksaan kadar SGPT menggunakan metode spektrofotometri UV dengan kit *diasys*. Berat badan tikus juga diukur setiap minggu pada semua kelompok sebagai data penunjang.

Perhitungan dosis berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang mana tikus yang diberi intervensi minyak wijen dosis 5% dan 10% dari total pakan tikus.<sup>16</sup> Penelitian sebelumnya pada tikus yang diberi intervensi minyak rami dengan dosis 5%.<sup>11</sup> Dosis yang diberikan pada penelitian ini adalah 5%, 10%, dan 15% dari total pakan. Perbandingan dosis yang diberikan adalah 1:1. Kebutuhan makanan tikus *Sprague dawley* 5 g/100 gBB/hari.<sup>22</sup>

Penelitian ini menggunakan berat badan tikus sebesar  $\pm 200$  gram sehingga kebutuhan makan tikus 10 gram/hari. Pemberian makan secara *ad libitum* sehingga tiap tikus diberikan makan 20 gr/hari. Berikut ini adalah perhitungan dosis yang diberikan:

Perhitungan dosis 5% dari total pakan yang diberikan =  $5\% \times 20 \text{ g} = 1 \text{ g} = 1 \text{ ml}$

Perhitungan dosis 10% dari total pakan yang diberikan =  $10\% \times 20 \text{ g} = 2 \text{ g} = 2 \text{ ml}$

Perhitungan dosis 5% dari total pakan yang diberikan =  $15\% \times 20 \text{ g} = 3 \text{ g} = 3 \text{ ml}$

Data yang diperoleh diolah dengan program komputer kemudian dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Penggunaan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah data sampel pada penelitian ini  $\leq 50$ . Data sampel pada penelitian ini adalah 24 sampel. Perbedaan kadar SGPT sebelum dan setelah perlakuan dilakukan pengujian *paired t-test*. Perbedaan pengaruh dosis dari ketiga kelompok perlakuan diuji dengan uji statistik

ANOVA dan selanjutnya di uji lanjut dengan uji Post hoc LSD karena data bersifat homogen dan nilai *p* homogenitas variannya lebih dari 0,05.

**HASIL**

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen terhadap kadar SGPT pada tikus *Sprague dawley* dislipidemia. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa masing-masing dari minyak rami dan minyak wijen dapat menurunkan kadar SGPT. Penurunan SGPT dapat terjadi karena minyak rami dan minyak wijen

masing-masing mengandung omega-3 dan antioksidan.

**Kandungan Zat Gizi Minyak Rami dan Minyak Wijen**

Pengujian kandungan zat gizi antioksidan dan asam lemak dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada Yogyakarta (LPPT). Uji kandungan zat gizi dilakukan untuk mengetahui kandungan antioksidan dan asam lemak yang terdapat didalam minyak rami dan minyak wijen. Kandungan zat gizi 100 ml minyak rami dan minyak wijen di tampilkan dalam tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1. Kandungan zat gizi 100 ml minyak rami dan minyak wijen**

No	Hasil Analisa	Satuan	Kode Sampel	
			Minyak Rami	Minyak Wijen
1.	Antioksidan	mg/mL	8,56	14,03
2.	Methyl Palmitoleate	%	4,72	9,94
3.	Lenolelaidic Acid Methyl Ester (Omega 6)	%	26,53	83,94
4.	Methyl Lenoleate (omega 6)	%	67,51	5,05
5.	Methyl Aracehidate	%	0,28	0,39
6.	Methyl Cis-11-eicocenoate (Omega 9)	%	0,22	-
7.	Cis-11-14-eicosadienoic Acid Methyl Ester (Omega-6)	%	-	0,19
8.	Methyl Docosanoate	%	-	0,41
9.	Methyl Cis-5-8-11-14-eicosatetraenoic (Omega-3)	%	0,10	-
10.	Methyl Cis-5-8-11-14-17-Eicosapentaenoate (Omega-3)	%	0,14	-
11.	Methyl Nervonate (Omega-9)	%	0,34	-

Hasil pengujian terbukti kedua minyak memiliki aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada minyak wijen sebesar 14,03 mg/mL. Kandungan asam lemak tertinggi pada minyak rami adalah *methyl lenoleate* dengan nilai 67,51 %. Kandungan asam lemak tertinggi pada minyak wijen adalah *lenolelaidic acid methyl ester* dengan nilai 83,94%.

**Hasil Analisis Kadar SGPT pada Tikus *Sprague dawley***

Tabel 2 dibawah ini menunjukkan perbedaan dari kadar SGPT pada tikus *Sprague dawley* sebelum dan setelah pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dengan dosis 1 ml/200 gBB, 2 ml/200 gBB, 3 ml/200 gBB.

**Tabel 2. Hasil uji statistik kadar SGPT**

Kelompok	n	Sebelum (U/L±SD)	Sesudah (U/L±SD)	Δ SGPT (U/L)	<i>p</i> <sup>b</sup>
Kontrol	6	38,03±0,66	38,59±0,90	0,56±0,64	0,084
P1	6	37,06±0,50	29,45±0,50	-7,60±0,25	0,000*
P2	6	37,78±0,56	26,05±0,66	-11,73±11,24	0,000*
P3	6	37,68±0,61	22,89±0,47	-14,97±0,5	0,000*
<i>p</i> <sup>a</sup>		0,046*	0,000*	0,000*	

**Keterangan:**

K : Kelompok kontrol (diberi pakan tinggi lemak, saat intervensi hanya diberikan pakan standar); P1 : Kelompok perlakuan 1 (kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dengan dosis 1ml/200 gBB tikus); P2 : Kelompok perlakuan 2 (kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dengan dosis 2ml/200 gBB tikus); P3 : Kelompok perlakuan 3 (kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dengan dosis 3ml/200 gBB tikus).

<sup>a</sup>: one way ANOVA

<sup>b</sup>: paired sample t-test

\*: berbeda bermakna

Tabel 2 diatas menggambarkan perbedaan kadar SGPT pada kelompok sebelum dan sesudah pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen pada semua kelompok dan antar kelompok kontrol dan perlakuan yang diuji dengan uji statistik paired t-test dan uji ANOVA.

Hasil yang didapatkan dari uji *paired sample t-test* adalah terdapat perbedaan bermakna pada kadar SGPT kelompok perlakuan yang sebelum dan sesudah diberikan intervensi ( $p < 0,05$ ). Sedangkan pada kelompok kontrol tidak terdapat perbedaan bermakna yaitu 0,084 ( $p > 0,05$ ). Secara deskriptif, penurunan kadar SGPT terjadi pada kelompok P1, P2, dan P3. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen pada dosis bertingkat dapat menurunkan kadar SGPT tikus *Sprague dawley*. Penurunan terbesar terjadi pada kelompok P3 dengan nilai 14,97 U/L. Hasil uji ANOVA yang didapatkan adalah terdapat perbedaan bermakna kadar SGPT sebelum dan setelah perlakuan dengan nilai signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ). Perbedaan bermakna antar kelompok setelah diintervensi dapat diketahui dengan uji Post Hoc LSD yang menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antar semua kelompok ( $p = 0,000$ ).

## PEMBAHASAN

### Kandungan Gizi Minyak Rami dan Minyak Wijen

Pengujian zat gizi minyak rami dan minyak wijen telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Hasil penelitian Rita Guimaraes et, al menemukan *palmitic acid* 4,72%, *stearic acid* 4,59%, *arachidonic acid* 0,18%, *behenic acid* 0,17%, *oleic acid* 17,97%, *palmitoleic acid* 0,06%, *linoleic acid* 12,25%,  *$\alpha$ -linolenic acid* 39,90%, *eicosanoic* 0,09%. Sedangkan pada minyak wijen mendapatkan hasil yaitu *arachidonic acid* 0,35%, *oleic acid* 28,59%, *palmitoleic acid* 0,08%, *linoleic acid* 28,35%, *alpha linolenic acid* 0,29%, *asam eicosanoic* 0,05%.<sup>15</sup>

Penelitian ini hanya menguji asam lemak dan antioksidan pada minyak rami dan minyak wijen. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil kandungan asam lemak pada minyak rami dan minyak wijen yang di uji dengan penelitian sebelumnya. Hasil kandungan asam lemak tertinggi pada minyak rami dan minyak wijen adalah *methyl lenoleate* dan *lenolelaidic acid methyl ester*.

Perbedaan kandungan minyak dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu kondisi lingkungan seperti suhu, jangka waktu proses pertumbuhan tanaman, penggunaan pupuk, dan

pemanasan dalam proses pembuatan minyak.<sup>23,24</sup> Sebuah hasil penelitian melaporkan bahwa menjaga suhu pada proses pematangan biji rami dapat mempengaruhi ukuran minyak dan kandungan minyak. Ukuran biji yang besar mengandung minyak yang banyak dan kandungan asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated*) tinggi.<sup>23</sup>

Suhu rendah saat proses pematangan rami dapat meningkatkan akumulasi asam lemak khususnya  $\alpha$ -linolenat. Penelitian lain yang membahas tanaman biji lain yang memiliki kandungan  $\alpha$ -linolenat menunjukkan bahwa suhu yang rendah dan curah hujan yang tinggi selama proses pertumbuhan dapat meningkatkan kandungan asam lemak. Hal ini juga sama dengan biji wijen, menjaga suhu rendah selama pematangan biji dapat meningkatkan jumlah asam lemak dalam minyak.<sup>25</sup>

Biji dari tanaman yang dipanen dengan waktu pertumbuhan yang singkat cenderung memiliki kandungan minyak dan asam lemak yang tinggi daripada biji yang dipanen dengan siklus pertumbuhan yang lama. Kandungan asam lemak biji yang dipanen dengan siklus pertumbuhan yang lama dapat berkurang hingga 7-4 kali. Penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan juga dapat mempengaruhi kandungan asam lemak pada minyak biji.<sup>24</sup>

Proses pembuatan biji rami dan biji wijen menjadi minyak melalui tahap pemanasan, dimana sebelum biji dipres, terlebih dahulu biji rami dan wijen dimasukkan di dalam oven. Proses pemanasan dapat menyebabkan penurunan persentase relatif dari asam lemak tak jenuh. Kandungan PUFA yang tinggi pada minyak rami lebih mudah teroksidasi selama proses pemanggangan. Semakin lama periode pemanggangan dapat menurunkan PUFA, namun hasil penelitian ini didapatkan omega 6 (*methyl lenoleat*) yang terkandung pada minyak rami 67,51% lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya, sedangkan kandungan omega 3 lebih rendah dari pada penelitian sebelumnya. Hasil yang sama juga didapatkan pada minyak wijen dimana kandungan asam linoleat lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya.<sup>26</sup>

Penelitian biji rami yang dipanggang dengan suhu tinggi lebih dari 150°C mengalami penurunan kandungan PUFA pada minyak rami.<sup>26</sup> Penelitian pada minyak wijen menunjukkan bahwa komposisi asam lemak tidak berubah pada biji wijen yang dipanggang dengan suhu di bawah 200°C selama 30 menit.<sup>27</sup> Berdasarkan penelitian diatas pada penelitian ini menggunakan suhu 75°C selama

1 jam sehingga komposisi asam lemak PUFA yang terkandung tidak berkurang.

Hasil aktivitas antioksidan pada penelitian ini di peroleh dengan metode RSA (*Radical Scavenging Activity*) atau DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Aktivitas antioksidan minyak rami berasal dari omega-3 ( $\alpha$ -linolenat, eicosapentaenoic), polifenol, dan vitamin E ( $\alpha$  tokoferol,  $\beta$  tokoferol,  $\gamma$  tokoferol dan  $\delta$  tokoferol).<sup>28</sup> Aktivitas antioksidan pada minyak wijen berasal dari tokoferol dan lignan seperti sesamin, sesamolin dan sesaminol.<sup>29</sup> Hasil analisis aktivitas antioksidan pada minyak rami dan minyak wijen adalah 8,56 mg/mL dan 14,03 mg/mL. Minyak rami dan minyak wijen memiliki efek dalam penangkapan radikal bebas.

Penelitian sebelumnya mendapatkan aktivitas antioksidan minyak rami dan minyak wijen sebesar 3,31 mg/mL dan 0,026 mg/mL.<sup>29,30</sup> Aktivitas antioksidan pada penelitian ini lebih tinggi daripada penelitian sebelumnya. Aktivitas antioksidan dapat menurun apabila dilakukan pemanasan dengan suhu  $>90^{\circ}\text{C}$ .<sup>31</sup> Pemanasan biji rami sebelum proses pembuatan minyak dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  dapat menurunkan aktivitas antioksidan.<sup>28</sup> Pemanasan biji wijen pada suhu diatas  $200^{\circ}\text{C}$  dengan durasi lebih dari 20 menit dapat menurunkan aktivitas antioksidan.<sup>32</sup> Penelitian ini menggunakan suhu  $75^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam sehingga tidak menurunkan aktivitas antioksidan.

#### **Pengaruh Pemberian Pakan Tinggi Lemak terhadap Kadar SGPT Tikus *Sprague dawley***

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa terjadi peningkatan kadar SGPT pada saat pemberian pakan tinggi lemak. Kadar SGPT normal yang digunakan pada tikus *Sprague dawley* adalah 17,5-30,2 U/L, setelah diberikan pakan tinggi lemak rerata kadar SGPT meningkat menjadi 37,63 U/L.

Peningkatan deposit lipid dapat meningkatkan pelepasan asam lemak bebas. Asam lemak berasal dari lipolis di jaringan adiposa. Asam lemak bebas akan berikatan dengan albumin kemudian memasuki hati melewati sirkulasi darah arteri dan vena portal. Asam lemak bebas akan di esterifikasi menjadi trigliserida oleh lipoprotein lipase di jaringan. Trigliserida yang berasal dari esterifikasi asam lemak bebas dengan gliserol akan diangkut kilomikron ke hati melalui peredaran darah. Trigliserida yang masih berikatan dengan kilomikron akan dihidrolisis oleh lipoprotein lipase. Trigliserida dapat disimpan di hati atau ditransport ke sirkulasi dengan menggunakan *very low density lipoprotein* (VLDL). Tetapi bila

kebutuhan jaringan dan organ telah terpenuhi kemudian akan disimpan kembali di hati.<sup>33,34,35</sup>

Peningkatan asam lemak bebas di jaringan adiposa dapat meningkatkan peradangan. Asam lemak bebas dapat menginduksi ekspresi mediator peradangan, salah satu diantaranya *Tumor necrosis factor- $\alpha$*  (TNF- $\alpha$ ) yang disekresikan oleh makrofag di jaringan adiposa. Sitokin tersebut dianggap sebagai peran kunci dalam perkembangan perlemakan hati. Peningkatan sekresi mediator-mediator peradangan akan menyebabkan sel hepatosit lisis dan mengeluarkan enzim yang terdapat didalamnya seperti enzim SGPT.<sup>34,35</sup>

#### **Pengaruh Pemberian Kombinasi Minyak Rami dengan Minyak Wijen terhadap Kadar SGPT.**

Kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dapat menurunkan kadar SGPT tikus *Sprague dawley*. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan bermakna sebelum dan setelah intervensi pada kelompok perlakuan. Kadar SGPT darah menurun setelah pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen pada kelompok perlakuan 1 diberikan 1 ml/200 grBB, kelompok perlakuan 2 diberikan 2 ml/200 grBB, dan kelompok perlakuan 3 diberikan 3 ml/200 grBB. Penurunan yang terjadi secara berurutan adalah 29,45 U/L, 26,05 U/L, dan 22,89 U/L.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah membahas tentang pengaruh masing-masing dari minyak rami dan minyak wijen terhadap kadar SGPT. Penelitian Hussein dkk mendapatkan hasil pemberian minyak rami dengan 270 mg/kg/bb/hari dapat meningkatkan fungsi hati dimana kadar SGPT menurun sebesar 65,69 U/L selama 2 minggu.<sup>12</sup> Penelitian lain pada intervensi minyak wijen dengan dosis 5% lebih baik dalam menurunkan kadar SGPT jika dibandingkan dengan intervensi dosis 10% minyak wijen dengan diet biasa dan hiperlipidemia pada tikus.<sup>16</sup>

Terdapat juga penelitian yang meneliti minyak hewani dan minyak nabati (rami dan wijen) mendapatkan hasil bahwa tikus dengan diet minyak rami mempunyai kadar kolesterol rendah, sedangkan tikus dengan diet kombinasi minyak rami dan minyak wijen dan lemak hewani mempunyai kadar glukosa tinggi.<sup>15</sup> Namun, pada penelitian ini tidak membahas pengaruhnya terhadap SGPT.

Penelitian-penelitian diatas membuktikan bahwa minyak rami dan minyak wijen memiliki sifat hepatoprotektif. Minyak rami dan minyak wijen sama-sama memiliki kandungan antioksidan. Hasil pengujian penelitian ini mendapatkan aktivitas antioksidan pada minyak rami dan minyak wijen adalah 8,56 mg/mL dan 14,03 mg/mL.

Kejadian dislipidemia ditandai dengan kadar lipid di dalam plasma meningkat sehingga dapat menyebabkan deposit lipid juga meningkat. Meningkatnya deposit lipid dapat terjadi di hati yang menyebabkan perlemakan hati. Peningkatan deposit lipid dapat meningkatkan pelepasan asam lemak bebas. Peningkatan asam lemak bebas menyebabkan peningkatan produksi reactive oxygen species (ROS) yang akan melepaskan mediator-mediator peradangan, seperti TNF- $\alpha$ .<sup>36</sup> Hal ini dapat menyebabkan sel hepatosit lisis dan mengeluarkan enzim yang terdapat didalamnya seperti enzim SGPT. Peningkatan kadar SGPT menandakan jejas hepatosit.

Pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dapat menurunkan kadar SGPT pada tikus dislipidemia. Penurunan kadar SGPT terjadi karena minyak rami dan minyak wijen memiliki kandungan antioksidan. Antioksidan merupakan suatu molekul yang dapat memperlambat atau mencegah oksidasi molekul. Antioksidan dapat menetralkan radikal bebas. Antioksidan dapat dikategorikan menjadi enzimatis dan non enzimatis. Antioksidan enzimatis bekerja dengan memecah dan menghapus radikal bebas. Enzim antioksidan mengkonversi produk oksidatif menjadi hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) sehingga mencegah peroksidasi lipid dan menjaga struktur dan fungsi membran sel, salah satunya sel hepatosit. Non enzimatis antioksidan bekerja dengan menghentikan reaksi radikal bebas.<sup>37</sup> Kandungan antioksidan pada masing-masing minyak rami dan minyak wijen adalah asam  $\alpha$ -linolenat, vitamin E, dan sesamin. Senyawa-senyawa ini termasuk non enzimatis antioksidan dan dapat menurunkan kadar SGPT.

Asam  $\alpha$ -linolenat dapat berperan sebagai antioksidan. Asam  $\alpha$ -linolenat (ALA) membantu dalam perbaikan dan regenerasi struktur membran hati yang rusak. Asam  $\alpha$ -linolenat (ALA) terlibat dalam berbagai proses seluler, regulasi transkripsi gen dan metabolisme lemak, keterlibatan dalam sinyal intraseluler dan sekresi sitokin. Bentuk akhir asam  $\alpha$ -linolenat adalah asam docosaheptaenoic (DHA) yang dapat mengurangi inflamasi sel hati dan produksi sitokin.<sup>38</sup>

Akumulasi lemak berlebih di dalam hepatosit kemudian akan menimbulkan stres oksidatif. Stres oksidatif terkait dengan peningkatan peroksidasi lemak dari membran hepatosit dan meningkatkan pelepasan sitokin pro-inflamasi. Didalam hati, DHA menghambat *sterol regulatory element binding protein/SREBP-1c* yang mengatur gen seperti sintesis asam lemak, dan carboxylase acetyl Coa, yang mana terlibat dalam sintesis asam

lemak. DHA dapat meningkatkan oksidasi asam lemak, menurunkan lipogenesis dan mengurangi produksi sitokin inflamasi dalam hati. Sehingga dapat mengurangi peradangan di hati dan mencegah kerusakan sel hepatosit, serta mencegah pengeluaran enzim SGPT dalam darah.<sup>39</sup>

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa vitamin E dapat menurunkan kadar SGPT pada penderita perlemakan hati.<sup>40</sup> Hal ini diduga bahwa vitamin E dapat mengurangi stres oksidatif, inflamasi, dan kematian sel. Vitamin E mencegah kerusakan sel melalui ikatannya dengan radikal bebas dan menetralkan elektron yang tidak berpasangan. Hal ini dikarenakan vitamin E memiliki cincin fenol yang mampu memberikan ion hidrogennya kepada radikal bebas. Selain itu, vitamin E dapat mengurangi stimulasi sitokin pro-inflamasi melalui ikatan dengan radikal bebas sehingga mencegah kerusakan sel hepatosit dan menurunkan kadar SGPT.<sup>41</sup>

Sesamin sebagai lignan utama memiliki sifat antioksidan dan anti-inflamasi. Sesamin memiliki peran dalam stabilisasi plasma membran dan perlindungan jaringan hati.<sup>42</sup> Inhibitor NO melindungi disfungsi hati dengan memblokir ekspresi TNF- $\alpha$ . Sesamin menjadi tambahan pada inhibitor NO/oksida nitrat untuk mengurangi kerusakan sel. Sesamin dikaitkan dengan mengurangi TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6 dan NO melalui jalur sinyal *PL-induced JNK*. Sehingga dapat mengurangi kerusakan sel hati dan mengurangi kadar SGPT.<sup>43,44</sup>

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya namun pada penelitian ini minyak rami dan minyak wijen dikombinasikan sehingga memiliki sifat hepatoprotektif yang lebih baik dan stabil terhadap oksidatif. Pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen dengan dosis 1 ml/200 gBB, 2 ml/200 gBB, dan 3 ml/200 gBB dapat menurunkan kadar SGPT. Penurunan terbesar terdapat pada pemberian dosis 3 ml/200 gBB dengan rerata 22,89 U/L.

#### KETERBATASAN PENELITIAN

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah tidak dilakukannya pengujian antioksidan secara spesifik seperti asam  $\alpha$ -linolenat, vitamin E, dan sesamin. Peneliti tidak mengetahui kondisi lingkungan penanaman biji rami dan biji wijen dan umur panen.

#### SIMPULAN

Pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen pada tikus *Sprague dawley* dislipidemia selama 14 hari dengan dosis 1 ml/200

gBB, 2 ml/200 gBB, dan 3 ml/200 gBB dapat menurunkan kadar SGPT pada tikus secara bermakna. Penurunan terbesar terjadi pada kelompok perlakuan 3 dengan dosis 3 ml/200 gBB dengan rerata penurunan SGPT sebesar 22,89 U/L.

#### SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efek pemberian kombinasi minyak rami dengan minyak wijen yang menggunakan subjek manusia.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam berjalannya penelitian ini, terima kasih penulis sampaikan pula kepada pembimbing dan para penguji atas kritik dan saran yang diberikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Zeljko R, Alberico LC, Guy DB, Ian G, Marja RT, Olov W, Stefan et al. ESC/EAS guidelines for the management of dyslipidaemia. 2011;32:1769-1818.
- Nave CS, Du Y, Schienkiewitz A, Ziese T, Nowossadeck E, Gorwald A, Busch MA. Prevalence of dyslipidemia among adults in Germany. 2013
- Abolfazl M, Esamil Moshiri, Narges M, Hossein A, Ali A. Dyslipidemia prevalence in Iranian adult men: the impact of population-based screening on the detection of undiagnosed patients. World J Mens Health. 2015;33(3):167-173.
- Kementrian Kesehatan. Riset kesehatan dasar. 2013.
- Kasapoglu. B, Turkey. C, Bayram, Koca C. Role of GGT in diagnosis of metabolic syndrome: a clinic-based cross-sectional survey. Indian J Med Res 2010;55-61.
- Limdi JK, Hyde GM. Evaluation of abnormal liver function tests. Postgradmedj. 2003;79:307-312.
- Yoosoo C, Seungho R, Eunju S, Yumi J. Higher concentrations of alanine aminotransferase within the reference interval predict nonalcoholic fatty liver disease. Clinical chemistry. 2007;53(4):686-692
- Hyo J, Tae H, Young W, Yong S, Yong R, Eun T, et al. Association of serum alanine aminotransferase and  $\gamma$ -glutamyltransferase levels within the reference range with metabolic syndrome and nonalcoholic fatty liver disease. The Korean journal of hepatology. 2011;17:27-36
- Michael A, Adrienne JL, Ann C, John C, Brianne H, Marco M, Cindy M, Raj P, Christine S, KSelly Z, Scott G, Candra C, Christine K, Kelly Z, Scott G, Candra C, Christina K, James M, Sharon N, Michael RK. Simplified lipid guidelines. Canadian family physician. 2015;61:857-867
- Naga C, Zobair Y, Joel EL, Anna MD, Elizabeth MB, Kenneth C, Michael C, Arun JS. The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterological Association. Hepatology. 2012:2005-2023
- Sayeda EL, El-Sahar GE, Abor MM, Abed ER. Study on the biological effect of use flaxseed oil as a source of fat on the biomarkers of experimental rats. Journal of American Science. 2014;10(3):116-123)
- Hussein S, Senosi Y, Hassanien M, Hammad M. Evaluation of protective role of flaxseed oil on inflammatory mediators, antioxidant defense system and oxidative stress of liver tissue in hypercholesterolemic rats. International Journal of Pharma Sciences. 2016;6(3):1480-1489
- Asghar A, Majeed M, Akhtar M. A review on the utilization of sesame as functional food. American Journal of Food and Nutrition. 2014;4(1):21-34
- Bhuvaneswari P, Krishnakumari S. Antihyperglycemic potential of Sesamum indicum seeds in streptozotocin induced diabetic rats. Int J Pharm Scie. 2012;4(1):527-531
- Guimaraes RDCA, Macedonia MLR, Claudia LM, Wender F, Luis HV, Vanesa TN, Priscila AH. Sesame and flaxseed oil: nutritional quality and effects on serum lipids and glucose in rats. Food Sci Technol. 2013;33(1):209-217
- Taha N, Mandour AE, Mohamed KM, Emarha RT. Effect of sesame oil on serum and liver lipid profile in hyperlipidemic Rats. Alexandria Journal of Veterinary Sciences. 2014;42:17-25.
- Hamed S, Elwafa G. Enhancement of oxidation stability of flax seed oil by blending with stable vegetable oil. Journal of Applied Sciences Research. 2012;8(10):5039-5048.
- Malgorzat A, Anna B, Kamil K, Anna K. Sesame and linseed oil. Nutritional value and benefit to human health. 2015:43-63
- Fox JG, Cohen BJ, Loew FM. Laboratory animal medicine. Academic Press Inc. 1984. P, 91-120.
- Syadza MN, Isnawati M. Pengaruh Pemberian Jus Pare (*Momordica charantia* Linn.) dan Jus Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Peningkatan Kadar Kolesterol HDL (*High Density Lipoprotein*) Tikus *Sprague dawley* Dislipidemia. J Nutr Coll. 2014;3(4)
- World Health Organization. Research Guidelines for Evaluation The Safety and Efficacy of Herbal Medicine In: Geneva; 2000
- Kusumawati D. Bersahabat dengan hewan coba. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 2004; p. 38 - 45
- Nykter M, Kymalainen HR.. Quality Characteristics Of Edible Linseed Oil. Agricultural and Food Science.
- Hegde DM. Handbook of herbs and spices - sesame. Woodhead Publishing Limited, 2012



25. Savoire R, Lazouk M, Hecke E, Roulan R, Tavernier R, Guillot X, Rhazi L, Petit E, Mesnard F, Thimasset B. Environmental and varietal impact on linseed composition and on oil unidirectional expression process. *OCL Journal*. 2015;22(6).
26. Moknstjou R, Hajimahmoodi M, Toliyat T, Moghaddam G, Sadeghpour O, Esfahani M, et al. Effect of roasting on fatty acid profile of brown and yellow varieties of Flaxseed (*Linum usitatissimum* L). 2015;14(1):117-123
27. Hwang L. Sesame Oil. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Sixth Edition. 2005.
28. Herchi Wahid, Ammar K, Bouali I, Abdallah I, Guetet A, Boukhchina. Heating effect on physicochemical characteristics and antioxidant activity of flaxseed hull oil (*Linum usitatissimum* L). *Food Science and Technology*. 2015.
29. Bopitiya D, Madhujith T. Antioxidant activity and total phenolic content of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil. *Tropical Agricultural Research*. 2013;24(3):296-302.
30. Long J, Fu Y, Zu Y, Li J, Wang W, Gu C, Luo M. Ultrasound-assisted extraction of flaxseed oil using immobilized enzymes. *Bioresource Technology*. 2011;102:9991-9996
31. Reblova Z. Effect of temperature on the antioxidant activity of phenolic acids. *Czech J Food Science*. 2012;30(2):171-177
32. Jannat B, Oveisi M, Sadeghi N, Hajimahmoodi M, Behzad M, Choopankari E, Behfar A. Effect Of Roasting temperature and time on healthy nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in iranian sesame seeds (*Sesamum Indicum* L). *Iran J Environ Health Sci*. 2010;7(1):97-102
33. Bender DA, Botham KM, Granner DK, Kelley FW, Murray RK, Rodwell VW, et al. *Biokimia harper*. Edisi 27. Jakart:EGC, 2009.
34. Ekstedt M. Non-alcoholic fatty liver disease. Linkoping University. 2008.
35. Fabbrini E, Magkos F. Hepatic steatosis as a marker of metabolis dysfunction. 2015;(7):4995-5019.
36. Jurnal Y, Sayoeti Y. Peran antioksidan pada Non Alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2014;3(1):15-20.
37. Nimse SB, Pal D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanism. *Royal Society Chemistry*. 2015;5:27986-28006.
38. Chavan T, Khadke S, Harke S, Ghadge A, Karandikar M, Pandit V, Ranjekar P, Kulkarni O, Kuvalekar A. Hepatoprotective effect of polyunsaturated fatty acids against repeated subacute acetaminophen dosing in rats. *Int J Pharm Bio Sci*. 2013;4(2):286-295.
39. Monteiro J. oils rich in alpha-linolenic acid independently protect againsts characteristics of fatty liver disease in delta-6 desaturase null mouse. University of Guelph. 2012.
40. Kim GH, Chung J, Lee J, Ok K, Jang E, Kim J, Cheol M, Park Y, Hwang J, Jeong S, Kim N, Lee D, Kim J. Effect of vitamin E in nonalcoholic fatty liver disease with metabolic syndrome: a propensity score-matched cohort study. 2015;21:379.
41. Tzanetakou IP, Doulamis IP, Korou LM, Agrogiannis G, Vlachos IS, Pantopoulou A, Mikhailidis DP, Patsouris E, Vlachos I, Perrea D. Water soluble vitamin E administration in water rats with non-alcoholic fatty liver disease. *The Open Cardiovascular Medicine Journal*. 2012;6:88-97
42. Lv D, Zhu CQ, Liu L. Sesamin ameliorates oxidative liver injury induced by carbon tetrachloride in rats. *Int J Clin Exp Pathol*. 2015;8(5):5733-5738.
43. Chiang H, Chang H, Yao P, Chen Y, Jeng K, Wang J, Hou C. Sesamin reduces acute hepatic injury induced by lead coupled with lipopolysaccharide. *Journal of the Chinese Medical Association* 2014.
44. Yasumoto S, Katsuka M, Okuyama Y, Takahashi Y, Ide T. Effect of sesame seed rich in sesamin and sesamol on fatty acid oxidation in rat liver. *J Agric Food Chem*. 2001;49:2647-2651.