

PENGARUH PEMBERIAN TRANS FATTY ACID (TFA) DARI MARGARIN DAN MINYAK KELAPA SAWIT YANG DIPANASKAN BERULANG TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA PADA TIKUS WISTAR

Retno Larasati¹, Bambang Wirjatmadi², Merryana Adriani²

¹RSUD Gambiran Kota Kediri

²Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga Surabaya

Alamat Korespondensi:

Retno Larasati

Email: retnobasuki82@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to know differences in fasting blood glucose levels among both the control and treatment groups were given Trans Fatty Acid of groceries margarine and oil is heated rapidly. This research is true experimental design to study Post Test Only Control Group Design. The sample size in this study was 25 rats wistar strain males were divided into 5 groups: the first group was the control, the second group by of margarine that is heated by the content of TFA 1%, the third group by the addition palm oil, which is heated repeats to content TFA 1%, the fourth group by margarine are heated with TFA content of 2%, and the fifth group by the addition of palm oil, which is heated repeats to the TFA content of 2%. Treatment was given for 4 weeks, after the laboratory examination of fasting blood glucose at the end of the treatment. Data fasting blood glucose levels in all groups were tested by one-way ANOVA with 95% confidence level. The results showed that TFA may increase the levels of fasting blood glucose treatment groups compared with the control group, and the differences in levels of fasting blood glucose between treatment groups was not influenced by the amount of content TFA but due to different types of TFA given that of margarine and palm oil that is heated Repeat.

Keywords: *fasting glucose, TFA, margarine, oil heated, rats*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kadar glukosa darah puasa diantara kelompok baik kontrol maupun perlakuan yang diberikan *Trans Fatty Acid* dari bahan makanan margarin dan minyak yang dipanaskan berulang. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni dengan rancang bangun penelitian *Post Test Only Control Group Design*. Besar sampel dalam penelitian ini adalah 25 ekor tikus galur wistar jantan yang dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok pertama adalah kontrol, kelompok kedua yang diberi penambahan margarin yang dipanaskan dengan kandungan TFA 1%, kelompok ketiga yang diberi penambahan minyak kelapa sawit yang dipanaskan berulang dengan kandungan TFA 1%, kelompok keempat yang diberi penambahan margarine yang dipanaskan dengan kandungan TFA 2%, dan kelompok kelima yang diberi penambahan minyak kelapa sawit yang dipanaskan berulang dengan kandungan TFA 2%. Perlakuan diberikan selama 4 minggu, setelah itu dilakukan pemeriksaan laboratorium glukosa darah puasa pada akhir perlakuan. Data kadar glukosa darah puasa pada semua kelompok diuji dengan *one way Anova* dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TFA dapat meningkatkan kadar glukosa darah puasa kelompok perlakuan jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, dan perbedaan kadar glukosa darah puasa antara kelompok perlakuan tidak dipengaruhi dari jumlah kandungan TFA tetapi disebabkan perbedaan jenis TFA yang diberikan yaitu dari margarin dan minyak kelapa sawit yang dipanaskan berulang.

Kata kunci : glukosa puasa, TFA, margarin, minyak yang dipanaskan, tikus.

PENDAHULUAN

Asam lemak dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah ikatan rangkap dalam rantai molekul karbon. *Saturated Fatty Acid* (SFA) tidak memiliki ikatan rangkap, *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA) memiliki satu ikatan rangkap, sedangkan *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA) memiliki dua atau lebih ikatan rangkap (NSW Food Authority, 2008). *Trans Fatty Acid* (TFA) adalah kelas tertentu dari *Mono Unsaturated Fatty Acid* (MUFA), di mana ikatan rangkap berada dalam konfigurasi yang berbeda (trans) daripada konfigurasi yang ada dalam sebagian besar MUFA (cis) (Thompson *et al.*, 2011).

Salah satu asam lemak yang mendapat perhatian adalah TFA (*Trans Fatty Acid*), konsumsi yang berlebihan menyebabkan meningkatnya risiko penyakit kardiovaskular, obesitas abdomen dan diabetes mellitus tipe 2 (Esmailzadeh & Azadbakht, 2008; Kavanagh *et al.*, 2007).

Trans Fatty Acid (TFA) adalah produk primer dari hidrogenasi, yang merupakan proses kimia yang membuat minyak tidak jenuh menjadi berbentuk padat pada suhu ruangan, dan berada dalam kadar yang tinggi pada margarin, shortening (Golomb *et al.*, 2012). Minyak tinggi PUFA (*Poly Unsaturated Fatty Acid*) dipergunakan untuk menggoreng berulang-ulang, maka kandungan asam lemak tidak jenuh akan berubah menjadi asam lemak “Trans” (Tuminah, 2009).

Meningkatnya asupan asam lemak dalam hal ini adalah TFA (*Trans Fatty Acid*) dari bahan makanan secara kronis menyebabkan akumulasi dalam bentuk Triacylglycerol dan Phospholipid di dalam liver dan otot, yang menghasilkan metabolit yaitu Diacylglycerol (DAG) dan ceramide, sehingga menyebabkan aktivasi protein kinase (PKC θ). Aktivasi dari protein kinase (PKC θ) mengakibatkan peningkatan serin/ treonine kinase serta serine phosphorylation pada insulin receptor substrat (IRS)-1. Hal ini menyebabkan berkurangnya aktifitas PI3K

(phosphoinositol 3 kinase). Hasil penurunan aktivasi PI3K oleh IRS adalah menurunnya translokasi GLUT4 pada permukaan membran sehingga transport gula dari darah ke jaringan terganggu (Weickert, 2012).

Trans Fatty Acid (TFA) dibagi menjadi beberapa jenis isomer, diantaranya Isomer utama dari TFA yang ditemukan di dalam susu adalah asam vaccenic (Trans:18:1n7), dimana kandungan asam vaccenic pada hewan yang mengkonsumsi rumput sebesar 55% dari total trans, dibandingkan hewan yang mengkonsumsi biji-bijian yaitu sebesar 33% dari total trans. Isomer TFA yang paling banyak ditemukan pada makanan yang diproses secara industri adalah asam elaidic (Trans 18:1n9) (Benatar, 2010).

TFA banyak terdapat di hampir semua bahan makanan. Lemak susu dan daging mengandung 3–6% TFA (% dari total lemak), kadar TFA dalam daging domba bisa lebih tinggi. Kadar TFA dalam *vegetable oil* dan margarin sekitar 1%, namun pada margarin yang padat kadarnya bisa lebih tinggi. Kandungan TFA pada produk roti (krakers, pie, biskuit, wafer dll) nilainya bervariasi antara 1%–30% dari total lemak (Boahen *et al.*, 2012).

Sebagian besar secara alami asam lemak tidak jenuh yang terdapat dalam minyak sayur atau minyak ikan dengan asam lemak tidak jenuh ganda memiliki konfigurasi cis. Beberapa asam lemak tidak jenuh dicerna oleh hewan ruminansia dihidrogenasi secara parsial oleh bakteri dalam rumen, sehingga lemak susu dan hasil olahannya, serta daging mengandung isomer asam lemak cis dan trans, meskipun memiliki proporsi yang sedikit berbeda. Pada hewan ruminansia komponen utama dari TFA adalah trans vaccenic acid (18:1n11). Sebagian kecil dari TFA juga terdapat pada unggas dan lemak babi yang diperoleh dari pakan (Semma, 2002).

Berdasarkan hasil *Trans Fatty Acid Survey* pada tahun 2008, dari 250 produk yang diteliti, salah satu merek donat memiliki kandungan TFA tertinggi

yaitu sebesar 28,6%, selanjutnya kentang goreng, sausage roll dan roti juga memiliki konsentrasi TFA yang tinggi yaitu sebesar 10,2%, 9,9%, dan 9,8%. Namun hasil secara keseluruhan menunjukkan konsentrasi TFA pada makanan yang diproses relatif rendah. Sebanyak 65% produk makanan yang diuji yaitu produk susu, telur, susu kedelai, produk daging, ikan, produk roti, lemak dan minyak memiliki konsentrasi TFA yang tidak terdeteksi atau dibawah 2% (NSW, 2008)

Estimasi rata-rata asupan TFA pada variasi populasi yang berbeda juga telah dievaluasi, dimana di Inggris adalah 1% dari total energi (1,7–2,4 g/hari), Eropa Barat sebesar 0,9 – 1,0% dari total energi (2,0–2,4 g/hari), serta di Australia dan New Zealand sebesar 0,5–0,6% dari total energi (1,2–1,6 g/hari). Pada penduduk Kanada, asupan TFA diperkirakan sebesar 2,2% dari total energi (4,9 g/hari), dan asupan TFA di USA yaitu 1,8–2,2 g/hari (Thomson *et al.*, 2011).

Salah satu negara Asia yaitu India menghadapi beban ganda malnutrisi yang berhubungan dengan defisiensi energi kronis (berhubungan dengan rendahnya asupan zat gizi) dan juga meningkatnya prevalensi penyakit kronis yang berhubungan dengan makanan. Berbagai minyak sayur menempati tempat yang menonjol dalam ekonomi pangan nasional di India setelah sereal. *Partially Hydrogenated Vegetable Oil* (PHVO) yang mengandung TFA, secara luas digunakan untuk persiapan menggoreng makanan siap saji dan makanan jajanan. Tingginya asupan

TFA mungkin menjadi bagian dari beberapa perubahan dalam pola makan dan pola hidup lainnya yang berkontribusi terhadap tingginya prevalensi penyakit kronis yang berhubungan dengan makanan di India. Proporsi konsumsi TFA yang besar pada populasi penduduk India merupakan faktor predisposisi dari resistensi insulin dan tingginya prevalensi diabetes dan penyakit kardiovaskular. Analisis kasus di India ini dapat juga relevan pada negara berkembang lainnya yang menghadapi kasus yang sama (Uauy *et al.*, 2009).

Data mengenai kadar asam lemak trans dalam makanan serta asupan lemak trans di Indonesia masih jarang diteliti, meskipun konsumsi makanan gorengan di masyarakat cukup tinggi. Proporsi penduduk Indonesia dengan perilaku konsumsi makanan berlemak, berkolesterol dan makanan gorengan ≥ 1 kali per hari 40,7 persen (Balitbangkes, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan kadar insulin darah puasa antara kelompok baik kontrol maupun perlakuan yaitu yang diberikan *Trans Fatty Acid* (margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah merupakan penelitian eksperimen murni, dengan rancang bangun penelitian *Post Test Only Control*, dimana pengukuran glukosa darah puasa dilakukan setelah diberi perlakuan pemberian *Trans Fatty Acid* yaitu berupa margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang.

Penelitian ini menggunakan tikus wistar jantan berusia 2 bulan dengan berat rata-rata 150–200 gram. Perhitungan besar sampel menggunakan rumus Federer, sehingga diperoleh besar sampel minimal untuk 5 kelompok adalah masing-masing 5 ekor tikus wistar jantan. Adapun rumus Federer adalah sebagai berikut :

Keterangan :

n = Jumlah subyek tiap kelompok

$$(n - 1) (t - 1) \geq 15$$

t = Jumlah kelompok perlakuan

Penentuan sampel pada setiap kelompok dilakukan dengan simple random sampling agar setiap hewan coba memiliki peluang yang sama untuk mendapatkan perlakuan. 5 kelompok pada penelitian ini adalah terdiri dari kelompok kontrol (P0) yang diberi pakan standar dan air secara *ad*

libitum, kelompok kedua (P1) adalah tikus yang diberi pakan standar dan air secara *ad libitum* dengan penambahan margarin yang dipanaskan terlebih dahulu pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ (dengan kandungan TFA 1%) diberikan secara sonde, kelompok ketiga (P2) adalah tikus yang diberi pakan standar dan air secara *ad libitum* dengan penambahan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang sebanyak 3 kali pada suhu $\pm 200^\circ\text{C}$ (dengan kandungan TFA 1%), kelompok keempat (P3) adalah tikus yang diberi pakan standar dan air secara *ad Libitum* dengan penambahan margarin yang dipanaskan terlebih dahulu pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ (dengan kandungan TFA 2%), serta kelompok kelima (P4) adalah tikus yang diberi pakan standar dan air secara *ad libitum* dengan penambahan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang sebanyak 3 kali pada suhu $\pm 200^\circ\text{C}$ (dengan kandungan TFA 2%).

Pakan standar yang digunakan pada penelitian ini adalah merk POKPHAND CP 593, dengan komposisi kadar air max 13,0%, protein 18,0%–20,0%, lemak min 3,0%, serat max 8,0%, abu max 6,0%, calcium min 0,8%, phosphor min 0,6%.

Kandungan asam lemak trans pada bahan makanan yang digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu di uji dengan metode *Gas Chromatography*, yang diperoleh hasil yaitu margarin yang telah dicairkan pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ memiliki kandungan TFA 1,73% per 100 gram bahan makanan, sedangkan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang sebanyak 3 kali memiliki kandungan TFA 0,68% per 100 gram bahan makanan.

Pemberian margarin dengan kandungan TFA 1% dan 2% diberikan 1 kali sehari pada pagi hari, minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang yang mengandung TFA 1% diberikan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore, sedangkan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang yang mengandung TFA 2% diberikan 3 kali sehari pada pagi, siang dan sore hari. Pemberian dosis setiap pemberian maksimal

5 ml karena mempertimbangkan bahwa kapasitas lambung tikus hewan coba yang terbatas.

Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah tikus wistar jantan, umur 2 bulan, dengan berat 150–200 gram, tampak segar dan aktif bergerak, dan belum dipergunakan untuk penelitian. Kriteria ekklusi adalah tikus tampak sakit pada masa adaptasi, dan kriteria drop out adalah tikus mengalami diare selama masa penelitian dan mengalami kematian.

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, lama penelitian membutuhkan waktu selama 5 minggu yaitu pada bulan April-Mei 2016, dengan 2 tahap yaitu tahap pertama selama 7 hari untuk masa adaptasi dan 4 minggu untuk pemberian intervensi. Pada akhir perlakuan dilakukan terminasi dengan memperhatikan etikal pada hewan coba sesuai Deklarasi Helsinski tahun 1975 menggunakan teknik inhalasi eter, lalu dilakukan pengambilan darah untuk pengujian glukosa darah puasa.

Pengambilan sampel darah tikus Wistar jantan untuk pemeriksaan glukosa darah puasa adalah sebanyak 3 ml yang berasal dari intrakardial (jantung). Analisa glukosa darah menggunakan metode Calorimetri yang menghasilkan satuan mg/dL.

Selama penelitian hewan coba ditempatkan pada lokasi yang bersuhu 23–26 $^\circ\text{C}$ dan siklus pencahayaan 12 jam (12 jam siklus gelap / terang). Penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Approval* dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

Setelah data terkumpul dilakukan pengolahan setelah itu dianalisis menggunakan uji statistik *one way* anova dengan tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji *post hoc* dengan menggunakan LSD untuk mengetahui perbedaan kadar glukosa darah puasa antar kelompok.

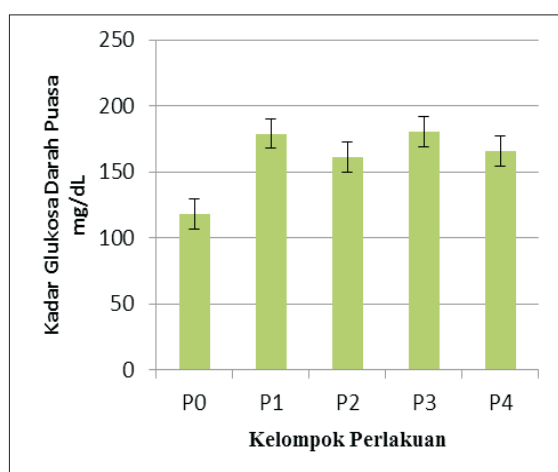
HASIL

Pengambilan sampel darah glukosa darah puasa pada tikus galur Wistar jantan diperoleh rerata kadar glukosa darah puasa (GDP).

Rerata kadar GDP yang paling tinggi terdapat pada kelompok yang diberikan pakan standar dengan penambahan margarin yang mengandung kadar TFA 2% (P3), yaitu sebesar $180,60 \pm 3,050$ mg/dL, dan yang paling rendah adalah pada kelompok kontrol.

Kadar glukosa darah puasa tikus galur Wistar jantan pada kelompok yang diberikan pakan standar dengan penambahan margarin dengan kandungan TFA 1% dan 2% tidak jauh berbeda.

Pada kelompok yang diberikan pakan standar dengan penambahan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang yang mengandung TFA 1% dan 2%, seperti yang digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rerata Kadar Glukosa Darah Puasa Tikus Galur Wistar

Keterangan: P0 (kelompok kontrol); P1 (kelompok yang diberi pakan standar dengan penambahan margarin dengan kandungan TFA 1%); P2 (kelompok yang diberi pakan standar dengan penambahan minyak kelapa sawit yang dipanaskan dengan kandungan TFA 1%); P3 (kelompok yang diberi pakan standar dengan penambahan margarin dengan kandungan TFA 2%); P4 (kelompok yang diberi pakan standar dengan penambahan minyak kelapa sawit yang dipanaskan dengan kandungan TFA 2%)

Untuk melihat apakah ada perbedaan rerata kadar glukosa darah Puasa antara kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan maka dilakukan uji *One way* anova. Syarat di lakukan uji *one way* anova adalah data berskala interval dan rasio, data berdistribusi normal serta varians data homogen. 3 syarat tersebut telah terpenuhi yaitu data berskala rasio, telah dilakukan uji statistik menggunakan *one sample* Kolmogorov Smirnov untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak dengan p value $0,321 > \alpha$ (0,05) yang artinya data berdistribusi normal, dan yang telah dilakukan *test homogeneity of variance* diperoleh p value $0,053 > \alpha$ (0,05) yang artinya kelima kelompok memiliki nilai varians homogen.

Perbedaan kadar glukosa darah puasa antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan dilakukan uji *one way* anova dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh p value 0,000, yang artinya minimal ada sepasang kelompok yang memiliki perbedaan rerata kadar glukosa darah puasa. Untuk mengetahui pasangan kelompok mana yang berbeda maka uji *one way* anova dilanjutkan dengan uji Post Hoc dengan menggunakan LSD.ada perbedaan rerata kadar glukosa darah puasa antara kelompok kontrol (P0) dengan masing-masing kelompok perlakuan yaitu yang diberikan pakan standar dengan penambahan margarin yang mengandung TFA 1% (P1), minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang yang mengandung TFA 1% (P2), margarin yang mengandung TFA 2% (P3), serta minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang yang mengandung TFA 2% (P4).

Kadar glukosa darah puasa antara kelompok perlakuan yang diberikan penambahan TFA 1% dan 2% dalam bahan makanan margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang dianalisa dengan menggunakan uji *one way* anova yang dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* menggunakan LSD.

Konsentrasi TFA dalam bahan makanan margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang masing-masing tidak berpengaruh terhadap perbedaan kadar glukosa darah puasa tikus galur Wistar jantan, namun terdapat perbedaan kadar glukosa darah puasa diantara jenis bahan makanan margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa darah puasa pada tikus galur wistar jantan yang diberi tambahan TFA 1% dan 2% selama 4 minggu nampak lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, dan setelah dilakukan analisa dengan menggunakan uji statistik dengan *one way anova* didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata kadar glukosa darah puasa antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Hal ini sesuai dengan anjuran WHO pada tahun 2003 dalam Takeuchi *et al* (2013) merekomendasikan bahwa asupan TFA seharusnya kurang dari 1% dari total energi untuk mencegah terjadinya penyakit tidak menular (*non-communicable disease*).

Menurut Zhikowska (2010) bahan makanan sumber TFA dapat dibagi berdasarkan asalnya, menjadi 2 kelompok besar yaitu : lemak alami, yang terdapat pada susu dan hasil olahannya serta lemak hewani lainnya (susu, mentega, daging dari ruminansia) serta hasil olahannya dan modifikasi *vegetable oil* (terutama karena proses hidrogenasi), yang digunakan untuk proses produksi margarin padat dan produk industri beserta hasil olahannya. Seperti snack yang manis (produk roti, donat, coklat), snack gurih (*French Fries*). Sumber utama dari TFA antara lain makanan yang digoreng, produk roti yang mengandung *hydrogenated vegetable oils* dan *shortening*, margarin serta mentega (Kumar *et al.*, 2011).

Margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan akan mengandung *Trans Fatty Acid* (TFA) tetapi memiliki

isomer geometri yang berbeda, dimana margarin sebagai produk makanan hasil industri memiliki isomer Elaidic acid dan Linoelaidic acid, sedangkan minyak kelapa sawit memiliki isomer palmitoelaidic acid. Menurut Zhikowska (2010) menyebutkan Elaidic acid (C18:1t 9) adalah isomer utama TFA pada produk industri mengandung 80 – 90% total TFA dalam makanan.

Bahan makanan sumber TFA yang digunakan sebagai bahan perlakuan pada penelitian ini adalah margarin dan minyak kelapa sawit, alasan pemilihan kedua bahan makanan tersebut adalah karena rata-rata konsumsi margarin penduduk Indonesia pada tahun 2007 berdasarkan data SUSENAS sebesar 1,1 kg per kapita per tahun atau 91,7 g per bulan atau 22,925 per minggu atau 3,185 g per hari, sedangkan pemilihan minyak kelapa sawit adalah karena sumber TFA pada diet orang Indonesia berasal dari konsumsi makanan gorengan serta penggunaan minyak yang lebih dari dua kali digunakan (Marliyati dkk, 2010; Biyang, 2011).

Menggoreng adalah salah satu metode lama untuk persiapan bahan makanan, dimana dalam proses ini terjadi transfer panas dari minyak ke makanan yang menghasilkan evaporasi air pada makanan dan absorpsi minyak. Formasi TFA selama menggoreng makanan berkaitan erat dengan suhu dan lamanya menggoreng, hal ini telah dibuktikan dengan penelitian Moreno *et al* tahun 1999 dalam Martin *et al* (2007) yang menunjukkan pemanasan minyak yang mengandung trans unsaturated dimulai dari suhu 150°C sampai dengan 250°C selama 20 menit, setelah suhu 200°C konsentrasi isomer TFA meningkat sebesar 356,5%, setelah 250°C sebesar 773,9%.

Berdasarkan penelitian Chet *et al* (2014) Formasi isomer trans pada suhu yang tinggi mengindikasikan jumlah spesifik dari energi yang dibutuhkan untuk transfer ikatan rangkap dari konfigurasi cis menjadi trans dan ketika jumlah ikatan rangkap cis meningkat maka aktivasi energi untuk isomerisasi akan menurun (Chen *et al.*, 2014).

Kelompok perlakuan yang memiliki rata-rata kadar glukosa darah puasa yang paling tinggi adalah pada kelompok yang diberi pakan standar dengan penambahan margarin yang mengandung TFA 2% (P3) yaitu sebesar $180,60 \pm 3,050$ mg/dl. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian dari Koppe *et al* (2009) yang menyebutkan tidak ada perbedaan yang signifikan kadar glukosa darah puasa pada tikus yang diberikan diet standar, diet tinggi lemak, dan diet tinggi lemak trans setelah 4 dan 8 minggu. Pemberian TFA 0,8% dari total energi selama 2 minggu menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kadar glukosa darah tikus antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan (Biyang, 2011).

Ada perbedaan pendapat yang berhubungan dengan pathogenesis resistensi insulin, dimana resistensi insulin juga tergantung dengan jaringan yang terlibat (jaringan adipose, otot lurik dan myocardium, liver, *pancreatic insulae*). Titik awal resistensi insulin dapat ditemukan dalam akumulasi *intramyocellular lipids* (IMCL yang disebut lemak ectopic). Hal ini disebabkan berkurangnya kemampuan mitokondria pada oksidasi asam lemak. Meningkatnya asupan lemak atau meningkatnya lipolisis endogen menyebabkan akumulasi lemak pada jaringan target insulin (jaringan adipose, otot skeletal dan myocardial, liver dan pankreas) (Sergio & Sandro, 2011).

Kadar glukosa darah yang tinggi yang disebabkan asupan TFA juga ditunjukkan pada penelitian Kavanagh *et al* (2007) yang menggunakan hewan coba yaitu kera jantan dewasa berusia ± 8 tahun, yang diberi *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA) dalam konfigurasi cis dan trans dengan berat pakan yang diberikan mengandung 70 kcal/Kg BB per hari selama 6 tahun. Dalam penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa TFA meningkatkan obesitas abdomen serta menginduksi metabolisme glukosa yang abnormal.

Penelitian Bernal *et al* (2006) menyatakan ada perbedaan yang signifikan konsentrasi plasma glukosa pada tikus

kelompok kontrol dan kelompok yang diberi asam lemak cis dengan kelompok yang diberi perlakuan yaitu diberikan asam lemak trans, asam lemak jenuh dalam jumlah moderat, asam lemak jenuh dalam jumlah tinggi selama 30 hari. Meningkatnya asupan lemak baik asam lemak trans dan asam lemak jenuh mempengaruhi tingginya konsentrasi diacylglycerol sehingga meningkatkan aktifitas protein kinase θ , yang menyebabkan fosforilasi IRS pada asam amino serin dan tidak membutuhkan PI3K sehingga menghambat translokasi GLUT-4 yang menyebabkan glukosa tetap berada di ekstrasel.

Trans Fatty Acid yang disertai dengan kandungan asam lemak jenuh yang tinggi menyebabkan akumulasi triacylglycerol di hepar secara signifikan tanpa ada perubahan yang signifikan dalam metabolisme glukosa hepatic. Hal ini konsisten dengan penelitian Louheranta *et al* tahun 1999 dimana asupan TFA pada responden wanita sehat berusia muda menyebabkan perubahan profil plasma lemak, tanpa ada perubahan dalam metabolisme insulin dan glukosa. Di samping itu pada penelitian Alstrup *et al* (1999) menemukan bahwa TFA lebih berpotensi *glucose stimulated insulin secretion* daripada koresponden yang mendapat isomer cis.

Hasil uji beda dari rerata kadar glukosa darah puasa antara kelompok perlakuan menunjukkan bahwa yang membedakan rerata kadar glukosa darah puasa pada penelitian ini adalah dari jenis bahan makanan yang digunakan yaitu berasal dari margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang. Hal ini kemungkinan yang karena perbedaan kedua bahan makanan margarin dan minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang berasal dari 2 isomer TFA yang berbeda. Margarin termasuk dalam isomer Trans 18 In 9 (elaidic acid) dan Trans 18:2 (Linoelaidic acid), sedangkan untuk minyak kelapa sawit dengan pemanasan berulang termasuk ke dalam isomer Trans 16:1 (Palmitelaidic acid) (Benatar, 2010).

SIMPULAN

Trans Fatty Acid (TFA) dapat meningkatkan kadar glukosa darah puasa tikus galur Wistar jantan. Rerata glukosa darah puasa yang tertinggi adalah pada kelompok yang diberi pakan standar dengan penambahan margarin yang mengandung TFA sebesar 2%, hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi TFA serta dimungkinkan karena pengaruh jenis dari isomer TFA.

Banyaknya TFA yang terdapat dalam berbagai bahan makanan, maka sebagai konsumen harus bisa lebih berhati-hati mengingat banyaknya efek TFA yang merugikan kesehatan, nama lain dari TFA yang sering ditemukan pada label makanan kemasan adalah *partially hydrogenated fat, hydrogenated vegetable oil, vegetable oil and fat partially hydrogenated, partially hydrogenated vegetable and animal fat*.

Masih terbatasnya bukti penelitian yang menjelaskan mengenai hubungan antara asupan TFA dengan kadar glukosa darah puasa, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan yang dapat menegakkan teori mengenai hubungan TFA dengan kadar glukosa darah puasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Kesehatan RI yang telah memberikan bantuan dana penelitian sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2013. *Riskesdas 2013*, Kementerian Kesehatan RI, p 88–143.

Benatar JR. 2010. Trans Fatty Acid And Coronary Artery Disease. *Open Access Journal Clinical Trials*, Vol 2 pp 9 – 13.

Bernal CA, Rovira J, Colandre ME, Cusro R, Cadefau JA. 2006. Effect of dietary cis and trans unsaturated and saturated fatty acids on the glucose metabolites and enzymes of rats. *British Journal Of Nutrition*, Vol 95 pp 947–954.

Biyang YC. 2011. The Effect of Trans Fatty Acid Diet on Blood Glucose Level of Wistar Rats (Pre Eliminary Study). *Tesis Magister Kedokteran*, Universitas Diponegoro, p 87–90.

Boahen YO, Azumah S, Apanyin S, Novick BD, Wubah D. 2012. The quality and infrared determination of trans fatty acid contents in some edible vegetable oil. *African Journal of Food Science and Technology*, Vol 3(6), pp 142–148.

Chen Y, Yang Y, Nie S, Yang X, Wang Y, Yang M, Li C, Xie M. 2014. The analysis of trans fatty acid profiles in deep frying palm oil and chicken fillets with an improved gas chromatography method. *Food control*, Vol 44 pp 191–197.

Esmailzadeh A, Azadbakht L. 2008. Consumption of Hydrogenated Versus Nonhydrogenated Vegetable Oil and Risk of Insulin Resistance and the Metabolic Syndrome Among Iranian Adult Woman. *Diabetes Care*, Volume 31 Number 2, pp 223–226.

Golomb B, Evans MA, White HL, Dimsdale JE. 2012. Trans Fat Consumption and Aggression. *PlosOne*, Vol 7 Issue 3.

Kavanagh K, Jones K, Sawyer J, Kelley K, Carr J, Wagner J, Rudel L. 2007.

Trans Fat Diet Induces Abdominal Obesity and Changes in Insulin Sensitivity in Monkeys. *Obesity*, Vol 15 No 7.

Koppe SWP, Elias M, Moseley RH, Green RM. 2009. Trans Fat Feeding Result In Higher Serum Alanine Aminotransferase And Increased Insulin Resistance Compared With A Standard Murine High Fat Diet. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, Vol 297 : G378–G384.

Kumar MV, Aitken JD, Carvalho FA, Ziegler TR, Gewirtz AT, Ganji V. 2011. Loss of function mutation in toll-like receptor-4 does not offer protection against obesity and insulin resistance induced by a diet high in trans fat in mice. *Journal of Inflammation*, Vol 8:2

Marliyati dkk. 2010, Suplementasi Sterol Lembaga Gandum (*Triticum Sp*) Pada

- Margarin. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol XXI No.1.
- Martin CA, Milinisk MC, Visentainer JV, Matsushita M, De Souza Ne. 2007. Trans Fatty Acid-forming process in foods: a review. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, Vol 79(2) pp 343–350.
- NSW Food Authority. 2008. Trans Fatty Acid Survey. NSW Food Authority, pp 3.
- Sergio., Sandro. 2011. Insulin Resistance : Pathophysiology and Rationale for Treatment. *Journal of Nutrition & Metabolism*, Vol 58 pp 25–36.
- Semma M.,(2002), Trans Fatty Acid : Properties, Benefits and Risks. *Journal of Health Science*, Vol 48 (1) 7–13.
- Takeuchi H, Kutsuwada T, Shirokawa Y, Harada S, Sugano M. 2013. Supplementation with 1% Energy Trans Fatty Acid Had Little Effect on Serum Cholesterol Level in Healthy Young Japanese Women. *Biosci Biotechnol Bichem*, Vol 77(6) pp 1219–1222.
- Thompson AK, Minihane AM, Williams CM. 2011. Trans fatty acids, insulin resistance and diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition* (2011) 65, 533–564.
- Tuminah S. 2009. Efek Asam Lemak Jenuh dan Asam Lemak Tak Jenuh “Trans” Terhadap Kesehatan. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, Vol XIX.
- Uauy R, Aro A, Clarke R, Ghafoorunissa R, Abbe ML, Mozaffarian D, Skeaff M, Stender S, Tavella M. 2009. WHO Scientific Update on trans fatty acids: summary and conclusions. *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol 63 pp S68–S75
- Weickert M. 2012. Nutritional Modulation of Insulin Resistance. *Scientifica*, Volume 2012 p 4.
- Zhikowska A. 2010. Formation and Properties Trans Fatty Acid-A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, vol 60 No2 pp.107–114.