

PENGGUNAAN SUSU SAPI YANG KAYA ASAM LEMAK LINOLEAT TERKONJUGASI PENGARUHNYA TERHADAP KANDUNGAN TRIGLISERIDA, SGOT DAN SGPT DARAH TIKUS PUTIH (*Rattus Norvegicus*)

Firgian Ardigurnita^{1*}, Fransisca Maria Suhartati², dan Wardhana Suryapratama²

¹Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Jl. Peta No. 177 Kota Tasikmalaya, Kode Pos 46115

²Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*Corresponding Author Email: firgian.peternakan.unper@gmail.com

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh susu sapi yang kaya asam lemak linoleat terkonjugasi terhadap kandungan trigliserida, SGOT dan SGPT darah tikus putih (*Rattus norvegicus*). Materi yang digunakan adalah empat ekor sapi perah betina laktasi dan 40 ekor tikus putih betina (*Rattus norvegicus*) strain Wistar berumur 4 bulan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang diuji yaitu : P1 (kontrol positif) = Pakan High Fat mengandung 27,66% lemak; P2 = Pakan High Fat mengandung 27,66% lemak + 5 ml susu/ekor/hari; P3 = Pakan High Fat mengandung 27,66% lemak + 10 ml susu/ekor/hari; dan P4 (kontrol negatif) = Pakan Low Fat mengandung 5% lemak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tikus kontrol positif trigliseridanya meningkat $53 \pm 17,72$ mg/dl sedangkan yang diberi perlakuan turun $91,9 \pm 20,7$ mg/dl ($P < 0,01$). Tikus yang diberi pakan High Fat + 10 ml susu/ekor/hari trigliseridanya turun $109,2 \pm 10,28$ mg/dl, lebih tinggi ($P < 0,01$) dari pada tikus yang diberi Pakan High Fat + 5 ml susu/ekor/hari, trigliseridanya turun $74,6 \pm 14,74$ mg/dl. Tikus yang diberi pakan High Fat + 5 ml susu/ekor/hari, penurunan SGOT darahnya $25,2 \pm 9,60$ U/l, lebih tinggi ($P < 0,01$) dari pada tikus yang diberi pakan High Fat + 10 ml susu/ekor/hari SGOT darahnya meningkat $0,2 \pm 6,42$ U/l. Tikus kontrol positif SGPT darahnya turun $1,6 \pm 7,83$ U/l sedangkan yang diberi perlakuan turun $5,8 \pm 3,19$ U/l ($P < 0,01$). Tikus yang diberi pakan High Fat + 5 ml susu/ekor/hari, penurunan SGPT darahnya $8,2 \pm 2,95$ U/l, lebih tinggi ($P < 0,01$) dari pada tikus yang diberi pakan High Fat + 10 ml susu/ekor/hari SGPT darahnya turun $3,4 \pm 1,52$ U/l.

Kata Kunci: Asam lemak linoleat terkonjugasi, susu, tikus putih, Trigliserida, SGOT, SGPT.

Abstract. The aim of this research was to evaluate the effect of cow's milk rich in conjugated linoleic acid content of the triglyceride, SGOT and SGPT blood of white rats (*Rattus norvegicus*). The materials used were four lactating dairy cows and 40 female white rats (*Rattus norvegicus*) 4 month old Wistar strain. This research used completely randomized design. The treatments tested are: R₁ (positive control) = High fat feed containing 27,66% fat; R₂ = High fat feed containing 27,66% fat + 5 ml of milk/head/day; R₃ = High Fat feed containing 27.66 % fat + 10 ml of milk/head/day, and R₄ (negative control) = Feed low fat containing 5% fat. The results showed that the positive control mice triglycerides increased $53 \pm 17,72$ mg/dl, while the treated decreased $91,9 \pm 20,7$ mg/dl ($P < 0,01$). Rats fed high fat + 10 ml of milk/head/day decreased triglycerides $109,2 \pm 10,28$ mg/dl, higher ($P < 0,01$) than in mice Feeding high fat + 5 ml of milk/head/day, triglycerides decrease $74,6 \pm 14,74$ mg/dl. Rats feed high fat + 5 ml of milk/head/day, decreased blood SGOT $25,2 \pm 9,60$ U/l, was higher ($P < 0,01$) than in rats feed high fat + 10 ml of milk/head/day blood SGOT increased $0,2 \pm 6,42$ U/l. Positive control mice blood SGPT decreased $1,6 \pm 7,83$ U/l, while the treated decreased $5,8 \pm 3,19$ U/l ($P < 0,01$). Rats feed high fat + 5 ml of milk/head/day, decreased blood SGPT $8,2 \pm 2,95$ U/l, was higher ($P < 0,01$) than in rats feed high fat + 10 ml of milk/head/day of blood SGOT decreased $3,4 \pm 1,52$ U/l.

Key words : Conjugated linoleic acid, milk, white rat, triglyceride, SGOT, SGPT.

PENDAHULUAN

Era globalisasi seperti sekarang, telah terjadi banyak perubahan gaya hidup dan pola makan, akibatnya Indonesia menghadapi masalah gizi ganda. Di satu sisi terjadi masalah kurang gizi, disisi lain gizi berlebih dapat mengakibatkan kegemukan (obesitas), tingginya kadar kolesterol dan kadar lemak (*hiperlipidemia*) (Hardiningsih dan Nurhidayat, 2005; Wilson, *et al.*, 2006). Hiperlipidemia mampu berdampak buruk terhadap kesehatan manusia, seperti penyakit jantung, stroke, *atherosclerosis*, perlemakan hati (*steatosis*) dan kerusakan organ hati (*nekrosis*).

Pola makan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar lemak dalam tubuh, sehingga perlu diupayakan konsumsi makanan bergizi yang dapat menghambat atau mencegah terjadinya *hiperlipidemia* (Sherwood, 2003). Salah satunya adalah dengan mengkonsumsi suatu pangan yang kandungan komponen aktifnya mampu memberikan manfaat bagi kesehatan, di luar manfaat yang diberikan oleh zat-zat gizi konvensional yang terkandung di dalamnya, pangan tersebut dikenal dengan istilah pangan fungsional (Wijaya 2007). Susu merupakan salah satu produk pangan fungsional yang paling banyak dikaji dan dimanfaatkan dengan adanya salah satu kandungan komponen aktifnya yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. Di dalam susu terdapat nutrisi yang disebut asam linoleat terkonjugasi (*Conjugated Linoleic Acid = CLA*), yang memiliki potensi mengurangi risiko kanker, obesitas, diabetes, *cholesterol-depressing*, menurunkan lemak adipose, dan menurunkan trigliserida hati (Gulati *et al.*, 2000; Cook *et al.*, 2003; Gillis, 2004; Choi *et al.*, 2006).

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan untuk memproduksi susu adalah empat ekor sapi perah betina produksi. Pakan sapi terdiri dari rumput dan konsentrat dengan perbandingan 60:40. Konsentrat terdiri dari 30% bekatul + 20% onggok yang difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, 20% bungkil kelapa, 20% jagung giling, 9% polard dan 1% mineral, ditambah 3% minyak kedelai (berdasarkan BK konsentrat). Susu sapi yang diproduksi diuji cobakan pada 40 ekor tikus putih betina (*Rattus norvegicus*) strain Wistar berumur 4 bulan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental, rancangan dasarnya adalah Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang diuji yaitu : P1 (kontrol positif) = Pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak (HF); P2 = Pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 5 ml air susu/ekor/hari kandungan CLA dalam susu = 0,135 µg); P3 = Pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 10 ml air susu/ekor/hari (kandungan CLA dalam susu = 0,27 µg); P4 (kontrol negatif) = Pakan *Low Fat* mengandung 5% lemak (LF). Setiap perlakuan diulang 5 kali, sehingga terdapat 20 unit percobaan, setiap unit percobaan terdiri dari 2 ekor tikus putih, dengan demikian diperlukan 40 ekor tikus putih.

Penelitian dilaksanakan selama 15 minggu, terdiri dari 4 minggu masa produksi susu, 2 minggu masa adaptasi tikus putih, 4 minggu masa *hiperlipidemia*, dan 5 minggu masa perlakuan pemberian susu sapi dengan kandungan CLA.

Masa *hiperlipidemia* yaitu tikus putih (*Rattus norvegicus*) diberi pakan dengan kandungan lemak dan kolesterol tinggi yang meliputi pakan BR II (PT Charoen Pokphand Indonesia), kuning telur ayam, otak sapi (di oven 60 °C selama 2 x 24 jam) dan lemak babi dengan komposisi tercatat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi pakan hiperlipidemia tikus putih (*Rattus norvegicus*).

Bahan	Komposisi (%)			
	P1	P2	P3	P4
BR II (pakan standar)	75	75	75	100
Kuning telur ayam	10	10	10	-
Otak sapi	10	10	10	-
Lemak Babi	5	5	5	-
Total	100	100	100	100

* Keterangan : P1 = *High Fat* dengan kandungan 27,66% lemak (HF) tanpa pemberian susu CLA (kontrol Positif); P2 = HF dengan penambahan susu CLA 5 ml, P3 = HF dengan pemberian susu CLA 10 ml, P4 = *Low Fat* dengan kandungan 5% lemak (LF) tanpa pemberian susu CLA (kontrol negatif).

Peubah yang diukur dalam penelitian ini adalah kadar trigliserida, SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase/aspartat transaminase*) dan SGPT (*Serum Glutamic Pyruvic Transaminase/Alanin transaminase*) darah tikus putih diukur menggunakan metode CHOD-PAP, Spektrofotometer panjang gelombang 500 nm. Pengambilan darah tikus dilakukan melalui *sinus orbital*.

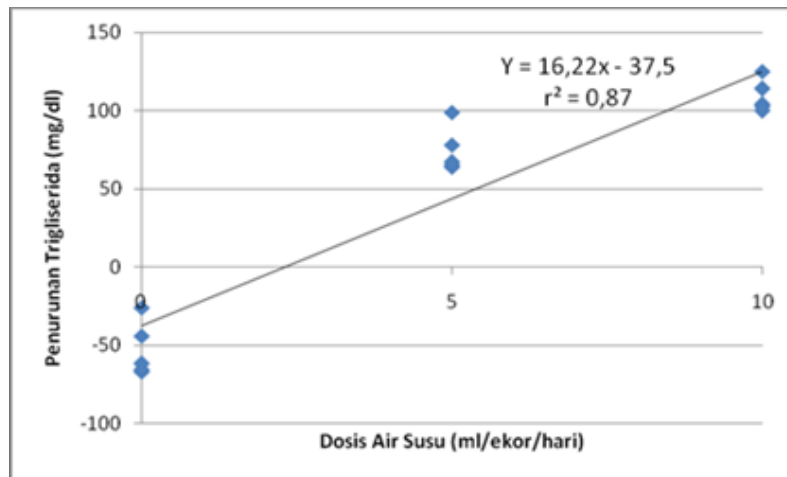
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam. Analisis data dilanjutkan dengan uji orthogonal kontras dan orthogonal polinomial (Steel dan Torrie, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tikus kontrol positif yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak, trigliseridanya meningkat $53 \pm 17,72$ mg/dl sedangkan yang diberi perlakuan turun $91,9 \pm 20,7$ mg/dl ($P < 0,01$). Tikus kontrol negatif yang diberi pakan *Low Fat* mengandung 5% lemak, trigliseridannya turun $33,6 \pm 2,30$ mg/dl tidak ada beda ($P > 0,05$) dengan yang diberi perlakuan (turun $91,9 \pm 20,7$ mg/dl). Tikus yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 10 ml air susu/ekor/hari trigliseridanya turun $109,2 \pm 10,28$ mg/dl, lebih tinggi ($P < 0,01$) dari pada tikus yang diberi Pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 5 ml air susu/ekor/hari, trigliseridanya turun $74,6 \pm 14,74$ mg/dl

Uji orthogonal polinomial menunjukkan bahwa pemberian susu sapi berpengaruh secara linier terhadap penurunan trigliserida darah tikus putih, dengan persamaan $Y = -37,5 + 16,22x$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0,87 (gambar 1).



Gambar 1. Kurva Hubungan Antara Dosis Pemberian Air Susu dengan Penurunan Trigiserida Darah Tikus Putih.

Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian (Berg *et al.*, 2001; Fruebis *et al.*, 2001; and Holst *et al* 2002), yang melaporkan bahwa CLA mampu meningkatkan adiponektin sehingga terjadi peningkatan oksidasi asam lemak dalam otot dan hati serta akan menghambat glukoneogenesis, sehingga konsentrasi NEFA, trigliserida dan glukosa dalam plasma akan berkurang.

Suplementasi dengan 0,7-1,4 g CLA setiap hari selama 4-8 minggu dapat memodulasi lemak tubuh dan serum. Serum HDL-kolesterol menurun secara signifikan ($P < 0,01$) dan trigliserida serta kolesterol total cenderung menurun (Vassilis *et al.*, 2001). CLA melalui uji *in vitro* pada tikus mampu menurunkan kadar lemak tubuh dan meningkatkan bobot jaringan otot pada tikus yang telah diberi perlakuan CLA selama enam bulan. Penelitian serupa juga dilakukan pada manusia dimana CLA terbukti mampu mengurangi berat badan. CLA memetabolis ulang lemak tubuh menjadi energi baru, sehingga lemak tubuh secara perlahan akan berkurang (Larsen *et al.*, 2003). Terutama kadar trigliserida yang merupakan salah satu komponen terbesar dari lemak dalam tubuh. Pengaruh CLA pada penurunan lemak tubuh terjadi melalui beberapa mekanisme yaitu : peningkatan pengeluaran energi, penurunan akumulasi lemak di dalam jaringan adipose dan atau penurunan deposisi lemak (Park and Periza, 2007).

Evans *et al* (2002) dalam penelitiannya menggambarkan mengenai potensi CLA terhadap adipositas manusia dan hewan serta metabolisme lemak. CLA dapat menurunkan asam lemak, mensintesis trigliserida, meningkatkan pengeluaran energi, lipolisis, serta oksidasi asam lemak. CLA mampu menurunkan kadar trigliserida adipose. CLA *trans-10*, *cis-12* menurunkan kadar trigliserida pada pra adiposa dan mengubah morfologi lemak dengan meningkatkan pengeluaran energi (EE), lipolisis, dan oksidasi asam lemak. Evans *et al* (2002) juga menjelaskan bahwa aktivasi PPAR α bertanggung jawab mempengaruhi kinerja enzim dalam peroksisom dan mitokondria. CLA *trans-10*, *cis-12* dapat menurunkan aktivitas PPAR γ , sehingga mempengaruhi ekspresi gen lipogenik yang dapat mengendalikan lipogenesis dan esterifikasi trigliserida.

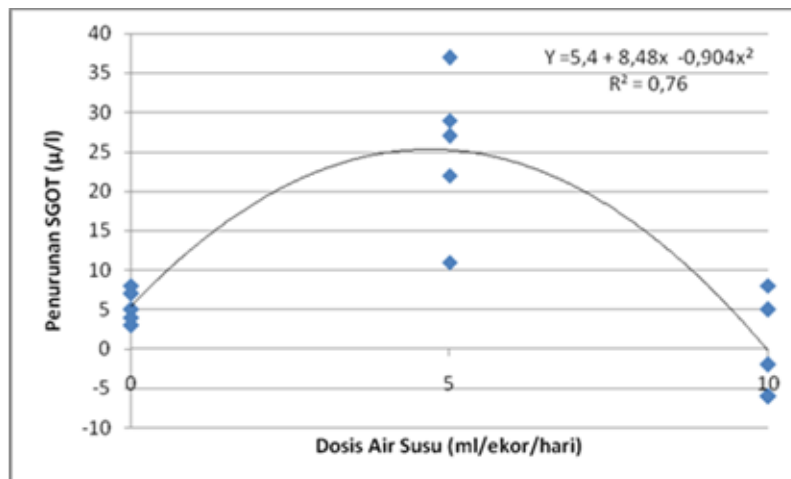
Selain itu, Gudbrandsen *et al.*, (2009) melaporkan bahwa pemberian CLA terutama *trans-10*, *cis-12* dapat mengurangi kadar trigliserida dalam hati tikus. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa CLA mampu mengubah ekspresi gen kunci yang terlibat dalam

metabolisme lemak pada jaringan adiposa serta enzim kunci yang berperan dalam oksidasi asam lemak dalam hati tikus, sehingga terjadi peningkatan katabolisme lemak.

CLA menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas malonil-CoA dekarboksilase, dimana malonil-CoA merupakan inhibitor kuat dari CPT-I (*Carnitine Palmitoyl-transferase*), sehingga aktivitas CPT-I dan CPT-II akan meningkat seiring terjadinya penurunan malonil-CoA (Gudbrandsen *et al.*, 2009). Sementara dengan adanya peningkatan aktivitas CPT-I dan CPT-II maka akan menyebabkan terjadi peningkatan aktifitas β -oksidasi (Degrace *et al.*, 2004). Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh (Gudbrandsen *et al.*, 2009), bahwa telah terjadi peningkatan yang signifikan β -oksidasi mitokondria di hati dan mRNA tikus yang diberi makan CLA trans-10, cis-12 selama 10 hari. Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa oksidasi lemak dalam hati meningkat.

Tikus kontrol positif yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak, SGOT darahnya turun $5,4 \pm 2,07$ U/l sedangkan yang diberi perlakuan turun $12,5 \pm 14,65$ U/l ($P > 0,05$). Tikus kontrol negatif yang diberi pakan *Low Fat* mengandung 5% lemak, SGOT darahnya turun $2,6 \pm 14,26$ U/l tidak ada beda ($P > 0,05$) dengan yang diberi perlakuan (turun $12,5 \pm 14,65$ U/l). Tikus yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 5 ml air susu/ekor/hari, penurunan SGOT darahnya $25,2 \pm 9,60$ U/l, lebih tinggi ($P < 0,01$) dari pada tikus yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 10 ml air susu/ekor/hari SGOT darahnya meningkat $0,2 \pm 6,42$ U/l.

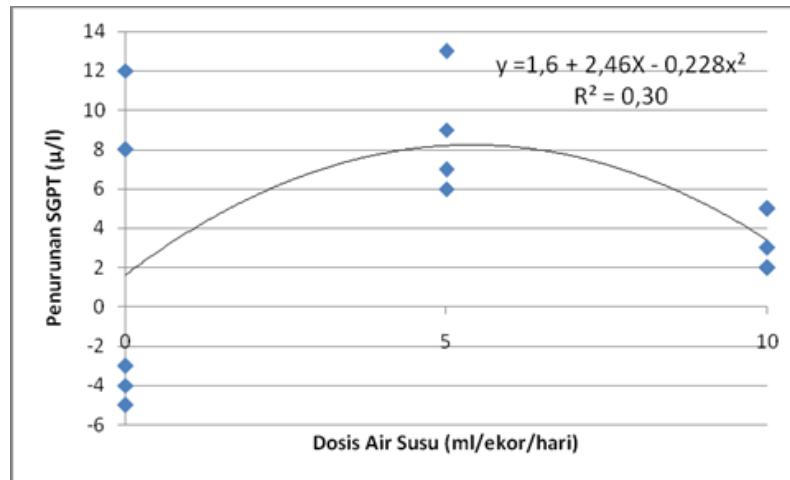
Uji orthogonal polinomial menunjukkan bahwa pemberian susu sapi berpengaruh secara kuadrater terhadap penurunan SGOT darah dengan persamaan $Y = 5,4 + 8,48x - 0,904x^2$ koefisien determinasi (R^2) 0,76. Titik puncak P (4,70; 25,29) artinya bahwa penurunan SGOT darah tertinggi yaitu 25,29 U/l dicapai pada pemberian air susu 4,70 ml (gambar 2).



Gambar 2. Kurva Hubungan Antara Dosis Pemberian Air Susu dengan Penurunan SGOT Darah Tikus Putih.

Tikus kontrol positif yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak, SGPT darahnya turun $1,6 \pm 7,83$ U/l sedangkan yang diberi perlakuan turun $5,8 \pm 3,19$ U/l ($P < 0,01$). Tikus kontrol negatif yang diberi pakan *Low Fat* mengandung 5% lemak, SGPT darahnya turun $2 \pm 0,71$ U/l berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan yang diberi perlakuan (turun $5,8 \pm 3,19$ U/l). Tikus yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 5 ml air susu/ekor/hari, penurunan SGPT darahnya $8,2 \pm 2,95$ U/l, lebih tinggi ($P < 0,01$) dari pada tikus yang diberi pakan *High Fat* mengandung 27,66% lemak + 10 ml air susu/ekor/hari SGPT darahnya turun $3,4 \pm 1,52$ U/l.

Uji orthogonal polinomial menunjukkan bahwa pemberian susu sapi berpengaruh secara kuadrater terhadap penurunan SGPT darah dengan persamaan $Y = 1,6 + 2,46x - 0,228x^2$ koefisien determinasi (R^2) 0,30. Titik puncak P (5,60; 8,50) artinya bahwa penurunan SGPT darah tertinggi yaitu 8,5 U/l dicapai pada pemberian air susu 5,60 ml (gambar 3).



Gambar 3. Kurva Hubungan Antara Dosis Pemberian Air Susu dengan Penurunan SGPT Darah Tikus Putih.

Kadar SGOT dan SGPT darah tikus putih yang diberi perlakuan mengalami penurunan sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan kontrol positif. Hal tersebut berarti bahwa pemberian susu sapi dengan kandungan CLA berpengaruh positif terhadap kesehatan hati. SGOT dan SGPT, keduanya merupakan indikator untuk melihat tanda-tanda terjadinya kerusakan hati. Keduanya akan meningkat ketika hati mengalami kerusakan. Semua bahan kimia yang dikonsumsi, termasuk CLA akan mengalami berbagai proses dalam tubuh, di antaranya adalah proses metabolisme di hati. Jika sel-sel hati terpapar oleh zat yang bersifat toksis dalam dosis dan waktu tertentu, maka sel-sel hati dapat mengalami kerusakan, sehingga enzim-enzim yang terdapat di dalam sel akan terlepas dan kadarnya dalam darah akan meningkat (Muray, 2003).

Hasil tersebut selaras dengan hasil penelitian Gudbrandsen *et al* (2009) yang telah diuraikan sebelumnya yaitu bahwa suplementasi 1% CLA *trans*-10, *cis*-12 selama 10 hari dapat mengurangi trigliserida hati tanpa meningkatkan adipositas, meningkatkan β -oksidasi serta dapat meningkatkan katabolisme lemak di hati dan jaringan adiposa namun mungkin dapat mengurangi sensitivitas insulin. Takahashi *et al* (2003) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa pemberian 1,5% CLA selama 21 hari dapat memodulasi hati sehingga meningkatkan aktivitas enzim dari mRNA yang terlibat dalam sintesis asam lemak dan oksidasi dalam hati tikus. Dengan demikian lemak hati akan mengalami penurunan sehingga tidak terjadi penumpukan lemak di dalam hati (*steatosis*) yang nantinya dapat menyebabkan kerusakan organ hati (*nekrosis*). Jadi apabila hati tidak mengalami gangguan maka kadar SGOT dan SGPT dalam darah akan mengalami penurunan sebagai indikator tidak terjadi gangguan pada organ hati.

Disisi lain penurunan SGOT dan SGPT darah tikus yang diberi susu sapi 10 ml/ekor/hari berbeda sangat nyata ($P < 0,01$), lebih kecil dibandingkan kadar SGOT dan SGPT darah tikus yang diberi susu sapi 5 ml/ekor/hari. Hal tersebut diduga karena lipogenesis hati tidak seimbang dengan oksidasi lemak dalam hati. Selain itu peningkatan SGOT dan SGPT darah

pada tikus putih yang diberi susu 10ml/ekor/hari diduga karena adanya peningkatan komponen selain CLA di dalam susu, terutama yaitu kandungan lemak jenuh di dalam susu sehingga dapat mengakibatkan terjadi akumulasi lemak pada hati.

Adanya kandungan selain CLA di dalam susu sapi seperti asam lemak jenuh yang meliputi : asam *palmitat*; asam *miristat*; dan asam *stearat*, dapat mempengaruhi metabolisme lemak dalam tubuh tikus baik di dalam hati maupun darah. Asam lemak jenuh merupakan salah satu faktor resiko penyakit jantung koroner, gangguan hati dan *atherosclerosis* (Silalahi *et al.*, 2002). Seiring dengan pemberian susu yang jumlahnya semakin meningkat, yaitu 10 ml/ekor/hari pada tikus putih, maka jumlah lemak jenuhnya pun semakin meningkat. komponen lemak jenuh dalam kurun waktu tertentu diduga dapat mengakibatkan meningkatnya akumulasi lemak pada hati tikus. Akumulasi lemak pada hati dapat menyebabkan gangguan fungsi hati sehingga hati tidak dapat bekerja dengan baik. Kadar SGOT dan SGPT dalam darah tikus pun akan meningkat sebagai indikator adanya gangguan dalam hati tikus.

Hati merupakan organ yang berperan memainkan *homeostasis* energi dalam tubuh, seperti mengkonversi asupan glukosa yang berlebih menjadi asam lemak yang kemudian ditransfer menjadi trigliserida. CLA *trans*-10, *cis*-12 dilaporkan dapat menyebabkan akumulasi lemak meningkat sehingga menyebabkan steatosis hati (Clement *et al.*, 2002; Degrace, *et al.*, 2003; Rasooly *et al.*, 2007; dan Cooper *et al.*, 2008). Namun intensitas akumulasi tersebut bervariasi tergantung beberapa faktor diantaranya yaitu : tingkat CLA dalam pakan, durasi pemberian, kondisi fisiologis dan spesies hewan obyek. Diduga faktor yang menyebabkan terjadinya akumulasi lemak dalam hati yaitu masuknya asam lemak dan peningkatan sintesis asam lemak. Pada *stetosis* hati 59% trigliserida hati berasal dari asam lemak bebas dan 15% berasal dari lemak makanan (Donnelly *et al.*, 2005). Terjadinya peningkatan akumulasi lemak di hati pada pemberian CLA *trans*-10, *cis*-12 umumnya dikarenakan tingginya lipogenesis pada hati. Vyas *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa walaupun di satu sisi dalam beberapa penelitian CLA dapat meningkatkan oksidasi lemak, namun oksidasi lemak tersebut masih belum seimbang jika dibandingkan dengan lipogenesisnya, sehingga akan menimbulkan akumulasi lemak dalam hati yang dapat mengganggu fungsi hati. Terganggunya fungsi hati dapat mengakibatkan meningkatnya kadar SGOT dan SGPT dalam darah sebagai indikator terjadinya gangguan hati.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian 5 ml/ekor/hari susu sapi yang mengandung asam lemak linoleat terkonjugasi (CLA) 0,135 µg dapat digunakan untuk menurunkan kadar trigliserida darah tikus putih (*Rattus norvegicus*), tanpa menimbulkan gangguan dan kerusakan pada hati.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirudin, R. 2006. *Fisiologi dan Biokimia Hati. Dalam: Sudoyo, A.W., et al., ed. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam, Jilid I, Edisi IV.* Jakarta: Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 415-419.
- Arab L., and S. Steck. 2000. Lycopene and Cardiovascular. *Am. J. Clin. Nutr.* 7:1691S.
- Azwar, A. 2004. *Tubuh Sehat Ideal Dari Segi Kesehatan.* Direktur Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat Departemen Kesehatan RI. Disampaikan pada Seminar Kesehatan Obesitas Senat Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat UI, Sabtu, 15 Februari, 2004 di Kampus UI Depok.
- Bauman, D.E., L.H. Baumgard, B.A. Corl, and J.M. Griinari. 2000. Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid in Ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science.* 1-15
- Berg, A.H., T.P. Combs, X. Du, M. Brownlee, and P.E. Schere. (2001) The Adipocyte Secreted Protein Acrp30 Enhances Hepatic Insulin Action. *Nat Med.* 7:947–953.
- Boeckert, C., J.P. Jouany, B. Lassalas, D.P. Morgavi, B. Vlaeminck, N. Boon, and V. Fievez. 2008. The Rumen Protozoon *Isotricha Prostoma* and Its Associated Bacteria Play No Major Role in The Biohydrogenation of Linoleic Acid. *Abstr. Gut Microbiome Symp., Clermont-Ferrand, France.* P. 44.
- Castanededa-Gutiérrez, E., M.J. De Veth, A.L. Lock, D.A. Dwyer, K.D. Murphy, and D.E. Bauman. 2007. Effect Of Supplementation With Calcium Salts of Fish Oil on N-3 Fatty Acids in Milk Fat. *J. Dairy Sci.* 90:4149-4156
- Chew B.P., and J.S. Park. 2004. Carotenoid Action on The Immune Response. *American Society for Nutritional Sciences.* 4:650-656.
- Chilliard, Y., A. Ferlay, and M. Doreau. 2001. Effect of Different Types of Forage, Animal Fat or Marine Oils in Cows Diet on Milk Fat Secretion and Composition, Especially Conjugated Linoleic Acid (CLA) and Polyunsaturated Fatty Acids. *Livest. Prod. Sci.* 70:31-48.
- Choi, S.H., J.H. Wang, Y.J. Kim, Y.K. Oh and M.K. Song. 2006. Effect of Soybean Oil Supplementation On The Content of Plasma Cholesterol and cis-9, trans-11- CLA of The Fat Tissues in Sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci* (19) 5:679-683
- Clement, L., H. Poirier, and I. Niot. 2002. Dietary trans-10,cis-12 Conjugated Linoleic Acid Induces Hyperinsulinemia and Fatty Liver in The Mouse. *Journal of Lipid Research.* 43(9):1400–1409.
- Cook, M.E., D. Butz, G. Li, M. Pariza, L. Whigham, and M. Yang. 2003. Conjugated Linoleic Acid Enhances Immune Responses but Protects Against The Collateral Damage of Immune Events. In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research.* Vol. 2. (Ed. J. Sebedio, W. W. Christie and R. Adolf). AOCS Press, Champaign, IL, pp. 283-291.
- Cooper, M.H., J.R. Miller, P.L. Mitchell, D.L. Currie, and R.S. McLeod. 2008. Conjugated Linoleic Acid Isomers Have No Effect on *Atherosclerosis* and Adverse Effects on Lipoprotein and Liver Lipid Metabolism in apoE^{-/-} Mice Fed a High-Cholesterol Diet,” *Atherosclerosis.* 200(2):294–302.
- Corl, B.A., L.H. Baumgard, D.A. Dwyer, J.M. Griinari, B.S. Philips and D.E. Bauman. 2001. The Role of Delta (9) Desaturase in The Production of cis-9, trans-11 ALT. *J. Nutr. Biochem.* 12:622-630.
- Damron, W.S. 2003. *Introduction to Animal Science: Biological, Industry Perspective.* Prentice Hall, New Jersey.

- Dann, H.M., J.K. Drackley, G.C. McCoy, M.F. Hutjens, and J.E. Garrett. 2000. Effects of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Prepartum Intake and Postpartum Intake and Milk Production of Jersey Cows. *J. Dairy Sci.* 83: 123-127.
- Degrace, P., L. Demizieux, J. Gresti, J.M. Chardigny, J.L. S´eb´edio, and P. Clouet. 2003. Association of Liver Steatosis With Lipid Oversecretion and Hypotriglyceridaemia in C57BL/6j Mice Fed *trans*-10,*Cis*-12-Linoleic Acid. *FEBS Letters.* 546(2-3):335–339.
- Degrace, P., L. Demizieux, Gresti J. 2004. Hepatic Steatosis is not Due to Impaired Fatty Acid Oxidation Capacities in C57BL/ 6J Mice Fed the Conjugated *trans*-10,*cis*-12-isomer of Linoleic Acid. *J Nutr.* 134:861–867.
- Decker E.A. and Y. Park. Healthier Meat Products as Functional Foods. *J. Meat Science.* 86:49-55.
- Devillard, E., F.M. McIntosh, K. Young, M. Castet, R.J. Wallace, and C.J. Newbold. 2004. Conjugated Linoleic Acid Composition of Rumen Bacterial and Protozoal Populations. *J. Reprod. Nutr. Dev.* 44(Suppl. 1):S60.(Abstr.).
- Donnelly, K.L., C.I. Smith, S.J. Schwarzenberg, J. Jessurun, M.D. Boldt, and E.J. Parks. 2005. Sources of Fatty Acids Stored in Liver And Secreted Via Lipoproteins in Patients With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Journal of Clinical Investigation.* 115(5)1343–1351.
- Elsed, F.A.M.A., 2005. *Effect of Supplemental Protein Feeding Frequency on Ruminal Characteristics and Mikrobial N Production in Sheep Fed Treated Rice Straw.* *Small Rum. Res.* 57:11-17.
- Evans M.E., J.M. Brownb, and M.K. McIntosh. 2002. Isomer-Specific Effects of Conjugated Linoleic Acid (CLA) on Adiposity and Lipid Metabolism. *Journal of Nutritional Biochemistry.* 13(9):508-516
- Fruebis, J., T.S. Tsao, S. Javorschi, D.E. Reed, M.R.S. Ericson, F.T. Yen, B.E. Bihain, and H.F. Lodish. 2001. Proteolytic Cleavage Product of 30-kDa Adipocyte Complement-related Protein Increases Fatty Acid Oxidation in Muscle and Causes Weight Loss in Mice. *Proc Natl Acad Sci U S A* 98, 2005–2010.
- Giger-Reverdin, S., D. Sauvant, J. Tessier, G. Bertin, and P. Morand-Fehr, 2004. Effect of Live Yeast Culture Supplementation on Rumen Fermentation in Lactating Dairy Goats. *S. Afri. J. Anim. Sci.* 82:851-859.
- Gillis, M.H., S.K. Duckett, J.R. Sacman, C.E. Realini, D.H. Keisler, and T.D. Pringle. 2004. Effects of Supplemental Rumen-Protected Conjugated Linoleic Acid or Linoleic Acid on Feedlot Performance, Carcass Quality, and Leptin Concentration in Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 82:851-859.
- Gudbrandsen, O.A., R. Enrique, W. Hege, M. Sverre, E. Janne, Reseland, S. Jon, P. Andreu, and K.B. Rolf. 2009. *Trans*-10, *cis*-12-Conjugated Linoleic Acid Reduces The Hepatic Triacylglycerol Content and The Leptin mRNA Level in Adipose Tissue in Obese Zucker *fa/fa* Rats. *British Journal of Nutrition.* 102:803–815.
- Gulati, S.K., S.M. Kittesa, J.R. Ashes, E. Fleck, E.B. Byers, Y.G. Byers, and T.W. Scott. 2000. Protection of Conjugated Linoleic Acids From Ruminal Hydrogenation and Their Incorporation in to Milk Fat. *Animal Feed Science and Technology.* 86:139-148.
- Haddad, S.G., and S.N. Goussous. 2005. Effect of Yeast Culture Supplementation on Nutrient Intake, Digestibility and Growth Performance of Awassi Lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118:343-348.
- Hardiningsih, R. Dan N. Nurhidayat. 2005. Pengaruh Pemberian Pakan Hiperkolesterolenia Terhadap Bobot Badan Tikus Putih Wistar Yang Diberi Bakteri Asam Laktat. *Biodiversitas* 7(2):127-130.

- Henriksen, E.J., M.K. Teachey, Z.C. Taylor, S. Jacob, A. Ptock, K. Kramer, and O. Hasselwander. 2003. Isomer-specific Actions of Conjugated Linoleic Acid on Muscle Glucose Transport in the Obese Zucker rat. *Am. J. Physiol Endocrinol. Metab.* 285:E98-E105.
- Hess, B.W., G.E. Moss, and D.C. Rule. 2008. A Decade of Developments in The Area of Fat Supplementation Research with Beef Cattle and Sheep. *J. Anim. Sci.* 86(E. Suppl.):188-E204.
- Holst D. and P.A. Grimaldi. 2002. New Factors in The Regulation of Adipose Differentiation and Metabolism. *Curr Opin Lipidol.* 13:241–245.
- Hucko, B., V.A. Bampidis, A. Kodes, V. Christodoulou, Z. Mudrik, K. Polakova, and V. Plachy. 2009. Rumen Fermentation Characteristics in Pre-Weaning Calves Receiving Yeast Culture Supplements. *Czech J. Anim. Sci.*, 54(10):435-442.
- Jenkins, T.C., and C.S. Adams. 2002. The Biohydrogenation of Linoleamide in Vitro and its Effects on Linoleic Acid Concentration in Duodenal Contents of Sheep. *J. Anim. Sci.* 80:533-540.
- Jensen, R.G. 2002. The Composition of Bovine Milk Lipid. *J. Dairy Sci.* 85:295-350.
- Jurjanz, S., V. Monteils, P. Juaneda, and F. Laurent. 2004. Variations of *trans* Octadecenoic Acid in Milk Fat Induced by Feeding Different Strach-based Diets to Cows. *Lipids.* 39:19-24.
- Kim, H.S. S.G. Ahn, Chung, Y.H. Moon, J.K. Ha, I.J. Seo, B.H. Ahn, and S.S. Lee. 2006. Effect of Yeast Culture, Fungal Fermentation Extract and Nonionic Surfactant on Performance of Holstein Cows During Transition Period. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126:23-29.
- Kritchevsky, D. 2000. Antimutagenic and Some Other Effects of Conjugated Linoleic Acid. *Br. J. Nutr.* 83:459-465.
- LaBrune, H.J., C.D. Reinhardt, M.E. Dikemen, and J.S. Drouillard. 2008. Effects of Grain Processing and Dietary Lipid Source on Performance, Carcass Characteristics, Plasma Fatty acids, and Sensory Properties of Steaks from Finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 86:167-172.
- Larsen, T.M., S. Toubro, and A. Astrup. 2003. Efficacy and Safety of Dietary Supplements Containing CLA for The Treatment of Obesity. *Journal of lipid research.* 44(12): 2234.
- Legowo, A.M. 2004. Pengembangan Produk Ternak Rendah Lemak dan Tinggi Asam Lemak Tidak Jenuh. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 29(4).
- Lesmeister, K.E., A.J. Heinrichs, and M.T. Gabler. 2004. Effects of Supplemental Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Culture on Rumen Development, Growth Characteristics, and Blood Parameters in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 87:167-172.
- Lock, A.L., and D.E. Bauman. 2004. Modifying Milk fat Composition af Dairy Cows to Enhance Fatty Acids Beneficial to Human Health. *Lipids* 39:1197-1206.
- Loor, J.J., A. Ferley, A. Ollier, M. Doreau, and Y. Chilliard. 2005. Relationship Among *trans* and Conjugated Fatty Acid and Bovine Milk Fat Yield Due to Dietary Concentrate and Linseed Oil. *J. Dairy Sci.* 88:726-740.
- Lorenz, J. 2002. A Practical Guide to Evaluating Cardiovascular, Renal, and Pulmonary Function in Mice. *Am J Physiol Integrative Comp Physiol* 282:R1565–R1582.
- Mahan L.K., and S.E. Stump. 2004. *Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. USA* : Elsevier.
- Muray, R.K., D.K. Granner, P.A. Mayes, and V.W. Rodwell. 2003. *Biokimia Harper*. Edisi 25. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.

- Oberman, A. 2000. Hypertriglyceridemia and Coronary Heart Disease. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 85(6): 2098-2105.
- Paillard, D., N. Mc Kain, M.T. Rincon, K.J. Shingfield, D.I. Givens, and R.J. Allace. 2007. Quantification of Ruminant *Clostridium Proteoclasticum* by real-time PCR Using a Molecular Beacon Approach. *J. Appl. Microbiol.* 103:1251-1261.
- Palmquist, D.L., A.L. Lock, K.J. Shingfield, and D.E. Bauman. 2005. Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid in Ruminants. *Adv. Food Nutr. Res.* 50:179-218.
- Park, Y., and M.W. Pariza. 2007. Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA). *Food Research International* 40:311–323.
- Piperova, L.S., L. Sampugna, B.B. Teter, K.F. Kalscheur, M.P. Yuraweez, Y. Ku, K.M. Moorehouse, and R.A. Erdman. 2002. Duodenal and Milk Trans Octadecenoic Acid and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomers Indicate That Postabsorptive Synthesis is The Predominant CLA in Lactating Dairy Cows. *J. Nutr.* 132:1235-1241.
- Pratt, D.S., Kaplan, and S. Marshall. 2008. Evaluation of Liver Function. In: Fauci, A.S., E. Braunwald, D.L. Kasper, and S.L. Hauser. ed. *Harrison's Principles of Internal Medicine, vol.2*. Ed.17. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc., 1923-1926.
- Rasooly, R., D.S. Kelley, J. Greg, and B.E. Mackey. 2007. Dietary *trans*-10, *cis* 12-Conjugated Linoleic Acid Reduces The Expression of Fatty Acid Oxidation and Drug Detoxification Enzymes in Mouse Liver. *British Journal of Nutrition.* 97(1):58–66.
- Sherwood, L. 2003. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sel*. Edisi 2. Penerjemah: Brahm U. Pendit. Jakarta: EGC
- Sigit, S.H., F.K. Koesharto, U.K. Hadi, D.J. Gunandini, S. Soviana, I.A. Wirawan, M. Chalidaputra, M. Rivai, S. Priyambodo, S. Yusuf, dan S. Utomo. 2006. *Hama Pemukiman Indonesia*. Sigit, S.H & U. K. Hadi (eds). Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Silalahi J., dan S.D.R. Tampubolon. 2002. Asam Lemak *Trans* Dalam Makanan dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan. *J. Teknol. dan Industri Pangan* VIII(2):184-188
- Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sipan, G dan W.P. Winarto. 2007. *Kimia Umum untuk Pengobat Herbal*. Jakarta : Karyasari Herba Media.
- Soehardi, S. 2004. *Memelihara Kesehatan Jasmani Pemeliharaan, Pembiakan, dan Penggunaan Hewan-hewan Percobaan Daerah Tropis Melalui Makanan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Suhartati, F.M., dan Subagyo. 2010. Penggunaan Bakatul Fermentasi dan Minyak Kedelai Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Kandungan Asam Lemak Linoleat Terkonjugasi Air Susu Sapi Perah. *Laporan Penelitian Research Grant*. Dilaksanakan atas biaya Proyek I-MHERE Sub Komponen B.1. Batch III. Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. *Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik*. Edisi kedua. Diterjemahkan oleh Sumantri, B. 1993. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wijaya, C.H. 2007. Pangan Fungsional Dewasa Ini: Perkembangan dan Tantangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 5(1):153-177.
- Vassilis, M., M. Antonis, P. Anatoli, R. Susanne, S. Angelos, M. Anastasia, T. Nikos, and N. Michalis. 2001. Effect of Supplementation with Conjugated Linoleic Acid on Human Serum Lipids and Body Fat. *The Journal of Nutritional Biochemistry.* 12:585-594
- Vyas, D., A. Kumar, G. Kadegowda, and R.A. Erdman. 2012. Dietary Conjugated Linoleic Acid and Hepatic Steatosis: Species-Specific Effects on Liver and Adipose

LipidMetabolism and Gene Expression. *Review Article Journal of Nutrition and Metabolism*. 2012:1-13.

Wilson, A.P. Sylvia , dan M. Lorraine. 2006. *Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*, edisi 6. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Winarno, F.G., dan F. Kartawidjajaputra. 2007. *Pangan Fungsional dan Minuman Energi*. Bogor: M-brio Press.

Takahashi, Y., M. Kushiro, K. Shinohara, and T. Ide. 2003. Activity and mRNA Enzymes Involved in Hepatic Fatty Acid Synthesis and Oxidation in Mice Fed Conjugated Linoleic Acid. *J. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipid*. 1631(3)265-273.