

ASAM LEMAK LIOLEAT TERKONJUGASI SUSU SAPI: FUNGSI DAN REKAYASA PAKAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSINYA

F.M. Suhartati

Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53123, Indonesia

Email: fmsuhartati@gmail.com

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi telah terjadi perubahan gaya hidup dan pola makan, akibatnya Indonesia menghadapi masalah gizi ganda. Di satu sisi terjadi masalah kurang gizi, tetapi disisi lain, masalah gizi lebih justru cenderung meningkat, terutama di kota-kota besar. Gizi lebih dapat mengakibatkan kegemukan (obesitas) dan tingginya kadar kolesterol darah. Konsentrasi kolesterol yang tinggi dalam darah atau hiperkolesterolemia merupakan salah satu penyebab penyakit jantung koroner (Hardiningsih dan Nurhidayat, 2005)

Kegemukan merupakan salah satu risiko terjadinya penyakit kardio-vaskuler yang merupakan satu dari beberapa penyakit degeneratif yang sekarang sudah menduduki tempat nomor satu penyebab kematian di Indonesia. Dari berbagai penelitian menunjukkan adanya hubungan antara obesitas dengan penyakit jantung koroner (Azwar, 2004). Obesitas dapat meningkatkan kadar kolesterol dan hiperkolesterolemia merupakan masalah yang cukup penting karena termasuk faktor resiko utama penyakit jantung koroner (Djohan 2004). Obesitas dan tingginya kandungan kolesterol dalam tubuh, dapat diatasi dengan cara mengkonsumsi makanan yang mengandung asam lemak linoleat terkonjugasi (*Conjugated linoleic acids* = CLA).

Asam lemak linoleat terkonjugasi merupakan nutrisi yang sangat penting, terdapat dalam produk ternak ruminansia, antara lain susu, berperan sebagai *lean body mass promotant* dan *antidiabetic* (Gulati *et al.*, 2000), antioksidatif, *cholesterol-depressing*, mengurangi *atherosclerosis*, dan menurunkan lemak adipose (Gillis, 2004), meningkatkan *High Density Lipoprotein* (HDL) plasma darah (Choi *et al.*, 2006). Ditinjau dari manfaat yang telah diuraikan tersebut, menunjukkan bahwa CLA sangat dibutuhkan untuk kesehatan manusia.

Keberadaan CLA dalam air susu dapat ditingkatkan melalui rekayasa pakan. Hasil penelitian Suhartati dan Subagyo (2010), membuktikan bahwa rekayasa pakan dan saat pemerahan mampu meningkatkan kandungan asam lemak linoleat terkonjugasi sebanyak 158%.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, perlu adanya suatu kajian tentang asam lemak linoleat terkonjugasi, fungsi dan rekayasa pakan untuk meningkatkan produksinya.

ASAM LEMAK LIOLEAT TERKONJUGASI

Asam lemak linoleat terkonjugasi (*Conjugated linoleic acid* yang disingkat CLA) merupakan istilah untuk campuran posisi dan geometri isomer asam linoleat (*c9,c12-C_{18:2n-6}*) dengan dua ikatan rangkapnya terkonjugasi (Ecker *et al.*, 2010, Tricon *et al.*, 2006, Kelly *et al.*, 2007). Asam lemak tersebut dibentuk sebagai senyawa intermedier selama proses biohidrogenasi asam linoleat menjadi stearat oleh *Butirivibrio fibrisolvens* (Kritchevsky, 2000) atau dari konversi endogenous t-11 C 18:1 oleh enzim Δ^9 desaturase dalam kelenjar *mammary* (Corl *et al.*, 2001; Bauman *et al.*, 2000) dan jaringan adipose. Proses tersebut merupakan jalur utama pembentukan *cis-9, trans-11* CLA yang terdapat dalam daging dan air susu ruminansia (Piperova *et al.*, 2002). Pembentukan CLA di dalam rumen terutama berhubungan dengan aktivitas bakteri.

Mikroba rumen merubah bentuk kimia pakan melalui dua proses utama yaitu lipolisis dan biohidrogenasi (Jenkins *et al.*, 2008). Transformasi awal adalah hidrolisis ikatan ester yang dikatalisis oleh lipase mikrobial, menyebabkan lepasnya asam lemak. Langkah ini merupakan prasyarat untuk transformasi kedua: yaitu biohidrogenasi asam lemak tak jenuh oleh mikroba rumen (Dawson *et al.*, 1977).

Proses tersebut mengkonversi asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh melalui isomerisasi asam lemak intermedier *trans*, diikuti biohidrogenasi ikatan rangkap. Kecepatan lipolisis dan biohidrogenasi tergantung pada tipe dan jumlah lemak yang masuk ke dalam rumen (Beam *et al.*,

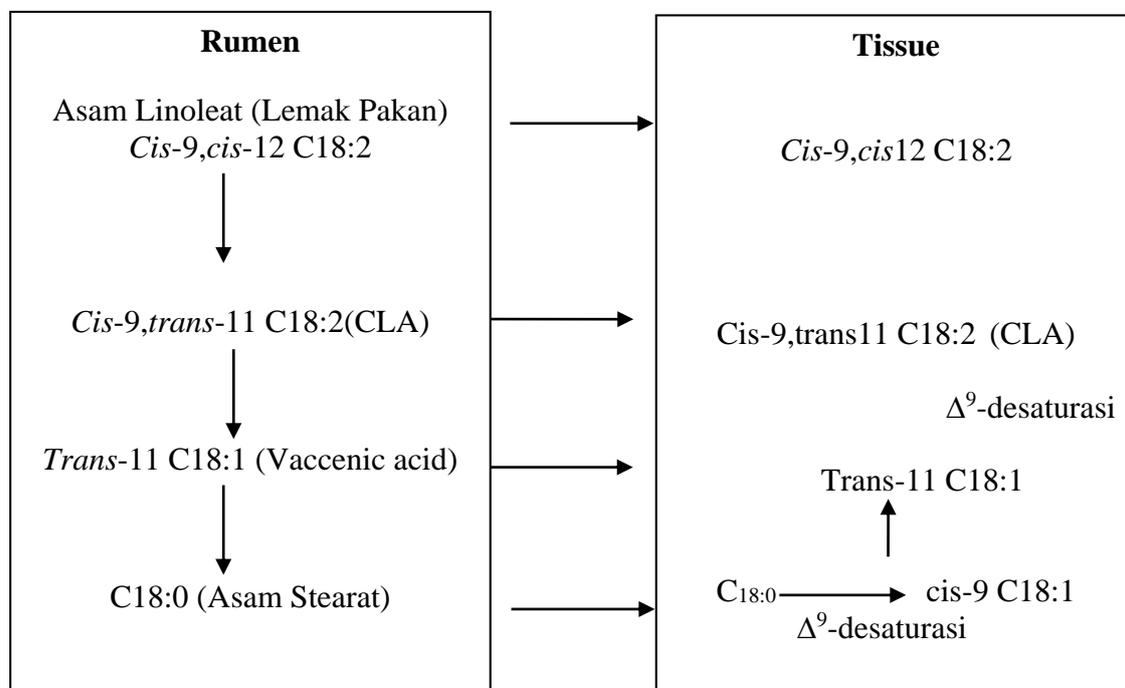
2000) dan pH rumen (Van Nevel and Demeyer, 1996). Tipe utama lemak pakan yang masuk ke dalam rumen adalah trigliserida, phospholipid dan galaktolipid. Enzim mikroba secara cepat menghidrolisis trigliserida.

Biohidrogenasi asam lemak tak jenuh melibatkan beberapa langkah biokimia. Penyelidikan dengan kultur murni menunjukkan bahwa tidak ada spesies tunggal bakteri rumen mengkatalisis urutan biohidrogenasi lengkap. Menurut Kemp dan Lander (1984) bakteri dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan reaksi dan produk akhir biohidrogenasi. Bakteri grup A yang mampu menghidrogenasi asam linoleat dan asam α -linolenat, sebagai produk akhir yang utama adalah *trans*-11 C18:1. Bakteri grup B menggunakan *trans*-11 C18:1 sebagai salah satu substrat utama dengan produk akhir asam stearat. Bakteri sebagian besar bertanggung jawab untuk biohidrogenasi asam lemak tak jenuh dalam rumen, protozoa tampaknya hanya sedikit berperan (Harfoot dan Hazlewood, 1988). Isomerisasi ikatan *cis*-12 ganda merupakan langkah awal selama biohidrogenasi asam lemak yang mengandung *cis*-9, *cis*-12 sistem ikatan rangkap.

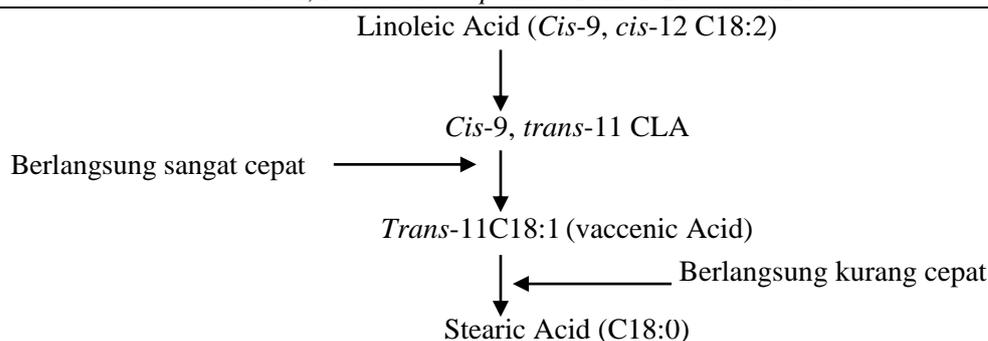
Linoleate isomerase (EC 5.2.1.5) merupakan enzim yang bertanggung jawab untuk membentuk ikatan rangkap terkonjugasi dari *cis*-9, struktur ikatan rangkap *cis*-12 dari asam linoleat serta α -dan asam γ -linolenat. Reaksi kedua adalah hidrogenasi: *cis*-9, *trans*-11 C18:2 oleh bakteri grup A, sebagai produk: *trans*-11 C18:1 (Gambar 1)

Studi *in vitro* menggunakan asam linoleat berlabel yang diinkubasi dengan isi rumen menunjukkan bahwa isomerisasi ikatan rangkap *cis*-12 diikuti dengan konversi *cis*-9, *trans*-11 CLA ke *trans*-11 octadecenoic acid secara cepat. Hidrogenasi *trans*-11 C18:1 terjadinya kurang cepat, sehingga terjadi peningkatan konsentrasi (Singh and Hawke, 1979). Akibatnya senyawa intermediate biohidrogenasi *trans*-11 C18:1 terakumulasi dalam rumen (Keeney, 1970), sehingga lebih tersedia untuk absorpsi (Gambar 2).

Keberadaan CLA dalam lemak susu langsung dari CLA yang diabsorpsi dari saluran pencernaan setelah diproduksi didalam rumen sebagai senyawa intermedier biohidrogenasi asam linoleat (Sophie *et al.*, 2005).



Gambar 1. Peran Biohidrogenasi Rumen dan Δ^9 -Desaturase Jaringan dalam Produksi *cis*-9, *trans* 11 Asam Lemak Linoleat Terkonjugasi dalam Lemak Ruminansia (Sumber: Bauma *et al.*, 1999)



Gambar 2. Pembentukan Senyawa Intermedier *Trans*-11C18:1 (Sumber: Keeney, 1970 yang telah dimodifikasi)

FUNGSI ASAM LEMAK LINOLEAT TERKONJUGASI

Lemak Susu dan daging hewan ruminansia memainkan peranan penting dalam gizi manusia (Parodi, 2004). Beberapa tahun terakhir, telah ada upaya untuk meningkatkan Jumlah asam rumenic, isomer CLA *cis*-9, *trans*-11 dan asam vaccenic (VA, 18:1 *trans*-11) dalam lemak ruminansia karena bermanfaat bagi kesehatan (Lock and Bauman, 2004).

Mengonsumsi produk susu dan daging ruminansia sering dikaitkan dengan peningkatan kejadian penyakit jantung koroner pada manusia, meskipun demikian produk ruminansia juga mengandung asam lemak linoleat terkonjugasi yang sangat potensial untuk kesehatan, terutama *cis*-9, *trans*-11-CLA. Mengonsumsi asam lemak linoleat terkonjugasi telah diketahui pada beberapa hewan percobaan berperan dalam mencegah kanker, menurunkan *atherosclerosis*, dan peningkatan respons imun, mengubah metabolisme protein dan energi (Belury, 2002; Pariza, 2004; Palmquist *et al.*, 2005). CLA mempunyai berbagai macam efek fisiologis, mengurangi lemak tubuh, efek anti obesitas dengan aktivitas *hypolipidemic* (Yeung *et al.*, 2000), antikarsinogenik, yang berkaitan dengan isomer *cis*-9, *trans*-11 CLA, sebagaimana tercermin dari tumor mammary dalam model tikus (Bauma *et al.*, 2000). Sejumlah penelitian telah menunjukkan kemanjuran CLA dalam diet yaitu menghambat karsinogenesis pada lokasi organ yang berbeda (Ip *et al.*, 2003). Pengaruh CLA terhadap berat badan tergantung pada jumlah dan komposisi campuran isomer CLA. Suatu penelitian menunjukkan bahwa CLA, khususnya *trans*-10, *cis*-12-isomer, dapat mengurangi deposisi jaringan lemak dan kandungan lemak tubuh (Wang and Jones, 2004). Anti obesitas, antiatherogenic, dan efek antidiabetes CLA didukung oleh penelitian pada hewan, yang menyebabkan penggunaan CLA secara luas di Amerika Serikat dan Eropa, terutama di kalangan penderita obesitas. Beberapa kajian menunjukkan bahwa pemberian isomer CLA campuran dalam pakan, menghambat pertumbuhan berbagai jenis tumor (Belury, 2002; Wahle *et al.*, 2004)

Studi *in vitro* dan percobaan eksperimental menggunakan hewan memperkuat pengaruh CLA sebagai anti karsinogenik, baik isomer *cis*-9 *trans*-11 maupun *trans*-10 *cis*-12, pada bagian yang berbeda termasuk glandula mammaria, colon, prostat, kulit dan perut depan (Bhattacharya *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2005a; Wahle *et al.*, 2004 dan Ip *et al.*, 2002). Dalam berbagai sel kanker pada manusia, CLA telah terbukti dapat mengurangi pertumbuhan sel kanker, sedangkan asam linoleat menghambat pertumbuhan tumor, tergantung pada jenis sel dan derajat keganasannya (Bhattacharya *et al.*, 2006; Wahle *et al.*, 2004). Hasil penelitian Chinnadurai *et al.* (2008) menunjukkan bahwa CLA tidak hanya menghambat tumor tipe tidak berbahaya, tetapi juga tipe yang berbahaya.

Pada tikus, suplementasi CLA dalam pakan dengan taraf berkisar 0,05-0,5% dari berat badan, menunjukkan bahwa CLA mempunyai potensi sebagai anti-kanker (Ip *et al.*, 1994). Juga ketika CLA diberikan pada tikus selama masa pubertas, masa perkembangan morfologi yang cepat dari kelenjar susu, jaringan payudara menjadi kurang rentan terhadap kanker di kemudian hari (Ip *et al.*, 1995). Temuan tersebut menunjukkan bahwa mengonsumsi CLA dalam jumlah yang mencukupi pada awal kehidupan akan memiliki efek jangka panjang yang menguntungkan terhadap risiko kanker.

Suatu penelitian eksperimental menggunakan hewan menunjukkan bahwa isomer CLA *cis-9, trans-10* ; *trans-10, cis 12* dan campuran, mengurangi penyebaran kanker mamme (Hubbard *et al.*, 2000). Penemuan baru menunjukkan bahwa tipe lemak pakan mempengaruhi efektifitas CLA pakan dalam menurunkan penyebaran tumor mammae. Pada tikus yang diinjeksi sel tumor mammae dan diberi pakan dengan tipe lemak yang berbeda, penyebaran tumor secara signifikan dikurangi jika lemak sapi (*beef tallow*) setengahnya diganti lemak sayuran (Hubbard *et al.*, 2006). Hasil studi *in vitro* menunjukkan bahwa asam lemak sapi lebih mengurangi proliferasi sel kanker pada manusia (payudara, colon, melanoma dan ovarium) daripada CLA murni (De La Torre *et al.*, 2006).

Suhartati *et al* (2011) telah melakukan uji coba air susu yang mengandung CLA menggunakan tikus putih betina, (*Rattus norvegicus*) strain Wistar berumur 8 minggu. Perlakuan yang diuji yaitu P₁= pakan *high fat* mengandung 27,66% lemak (HF), P₂= HF + 5 ml air susu/ekor/hari, P₃ = HF + 10 ml air susu/ekor/hari, P₄ = pakan *low fat* yang mengandung 5% lemak (LF). Setiap perlakuan diulang 5 kali sehingga terdapat 20 unit percobaan, setiap unit percobaan terdiri dari dua ekor tikus putih, dengan demikian diperlukan 40 ekor tikus. Tikus dibuat hiperkolesterol terlebih dahulu. Untuk mencapai hiperkolesterol dibutuhkan waktu satu bulan. Tikus dimasukkan kedalam kandang individu yang terbuat dari kawat. Setiap pagi diberi pakan sesuai perlakuan. Pakan perlakuan diberikan selama dua bulan. Air susu diberikan melalui neaple, dan ditunggu sampai air susu habis diminum. Untuk mengetahui pertambahan bobot badan, setiap minggu tikus ditimbang, dan diulang sampai akhir penelitian. Pada akhir penelitian darah diambil melalui sinus orbital (Menggunakan metode Gurr, 2006), disentrifuse untuk diambil serumnya kemudian dianalisis kadar kolesterol total, LDL-kolesterol dan HDL-kolesterol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertambahan bobot badan paling tinggi dicapai oleh tikus-tikus yang telah mengalami hiperkolesterol, diberi pakan lemak tinggi tanpa diberi air susu sapi (11,45 ± 4,40 g/ekor/minggu), dan yang paling rendah dicapai oleh tikus yang telah mengalami hiperkolesterol, diberi pakan lemak tinggi dan ditambah 10 ml air susu sapi per ekor per hari (3,75 ± 9,64 g/ekor/minggu). Pertambahan bobot badan tersebut lebih rendah daripada tikus-tikus kontrol negatif yaitu yang diberi pakan rendah lemak, tanpa diberi air susu (5,15 ± 5,85 g/ekor/minggu).

Bila dilihat dari konsumsi pakannya, sudah sewajarnya jika tikus hiperkolesterol yang diberi pakan tinggi lemak tanpa air susu sapi pertambahan bobot badannya juga paling tinggi, karena konsumsi pakannya juga paling banyak, yaitu 13,34 ± 0,99 g/ekor/hari. Namun, pertambahan bobot badan tikus hiperkolesterol yang diberi pakan tinggi lemak dan 10 ml air susu/ekor/hari paling rendah, meskipun konsumsi pakan hariannya juga tinggi, yaitu 12,42 ± 1,31 g/ekor/hari. Hasil tersebut memberikan gambaran bahwa air susu sapi mampu menghambat laju pertambahan bobot badan. Konsumsi pakan tikus hiperkolesterol yang diberi pakan tinggi lemak dan 5 ml air susu adalah 11,40 ± 0,75 g/ekor/hari, sedangkan tikus yang diberi pakan rendah lemak konsumsi pakannya 12,49 ± 0,75 g/ekor/hari. Tikus putih yang telah mengalami hiperkolestrol, baik yang diberi tambahan air susu maupun tidak, pertambahan bobot badannya tidak berbeda secara nyata dengan tikus kontrol negatif (tidak hiperkolesterol). Hal tersebut semakin membuktikan bahwa air susu dapat mempertahankan bobot badan tikus hiperkolesterol.

Hasil penelitian memberikan kenyataan bahwa bagi tikus yang telah mengalami hiperkolesterol, mengkonsumsi 10 ml air susu /ekor/hari mampu menghambat pertambahan bobot badan sampai 67% jika dibandingkan dengan tikus hiperkolesterol yang tidak mengkonsumsi air susu. Tikus yang telah mengalami hiperkolesterol, mengkonsumsi air susu 5 ml/eko/hari dapat menghambat pertambahan bobot badannya sebesar 13%. Pada tikus putih yang diberi 10 ml air susu/ekor/hari, tidak hanya terjadi hambatan pertambahan bobot badan tetapi terdapat 40% tikus yang mengalami penurunan bobot badan. Penambahan air susu memberikan respon linier negatif ($p < 0,01$) terhadap pertambahan bobot badan tikus dengan persamaan $Y = 12,23 - 0,77 x$, koefisien determinasi (r^2) 0,24. Meskipun pertambahan bobot badan hanya 24% dipengaruhi oleh penambahan air susu, namun pengaruh tersebut sangat bermagna ($P < 0,01$).

Selain mengukur pertambahan bobot badan, Suhartati *et al* (2011) juga mengukur kolesterol total, LDL-kolesterol dan HDL-kolesterol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kolesterol darah tikus putih yang telah mengalami hiperkolestrol, baik yang diberi tambahan air susu maupun tidak,

lebih tinggi dari pada penurunan kolesterol darah tikus yang diberi pakan kontrol negatif (rendah lemak) ($p < 0,01$), bahkan kolesterol darah tikus yang diberi pakan kontrol negatif mengalami peningkatan. Hasil tersebut selaras dengan hasil penelitian di Afrika Timur yang dikemukakan oleh Gurr (2009), yaitu bahwa mengkonsumsi susu dalam jumlah yang banyak dapat mempertahankan plasma kolesterol dalam level yang sangat rendah. Selain hal tersebut Gurr (2009) juga menyatakan bahwa sintesis kolesterol dalam hati dibawah kontrol *feedback* dari kolesterol yang masuk bersama makanan. Jika kolesterol dalam diet berlebihan, biosintesis kolesterol dalam hati berhenti. Sebaliknya jika kolesterol dalam diet rendah, aktivitas enzim yang berperan dalam biosintesis kolesterol meningkat untuk mempertahankan suplai kolesterol pada struktur membran, sintesis asam empedu dan hormon steroid. Pada intake kolesterol yang tinggi, maka absorpsinya akan menurun, cenderung pada absorpsi limit. Kolesterol relatif kurang diserap, hanya sekitar setengah bagian yang ada dalam makanan diserap kedalam darah. Namun demikian terjadi perbedaan kapasitas yang sangat besar antara individu untuk menyerap dan memetabolis kolesterol. Kapasitas beberapa individu untuk regulasi metabolisme kolesterol sangat tidak sempurna, yang menyebabkan terjadinya over produksi.

Penambahan air susu 5 ml/ekor/hari mampu menurunkan kolesterol lima kali dibandingkan yang diberi air susu 10 ml/ekor/hari. Air susu memberikan respons kuadrater terhadap penurunan kolesterol darah, dengan persamaan $Y = -18 - 33,06x + 3,148x^2$ koefisien determinasi (R^2) = 0,64 dengan titik P (5,25;-8,5) yang artinya bahwa penurunan kolesterol tertinggi yaitu 8,5 mg/dl dicapai pada pemberian air susu 5,25 ml/ekor/hari

Kenaikan LDL-kolesterol darah tikus yang mendapat pakan rendah lemak (kontrol negatif) sangat nyata lebih tinggi ($p < 0,01$) daripada kenaikan LDL-kolesterol tikus hiperkolesterol. Pemberian air susu berpengaruh secara kuadrater ($p < 0,01$) terhadap penurunan LDL-kolesterol darah dengan persamaan $Y = 26,2 - 28,86x + 2,91x^2$, koefisien determinasi (R^2) = 0,65, dengan titik P (5; -45,35). Titik tersebut menggambarkan bahwa penurunan LDL tertinggi, yaitu turun 45,35 mg/dl terjadi pada pemberian air susu 5 ml/ekor/hari. Penurunan LDL-kolesterol selaras dengan penurunan kolesterol total. Gurr (2009) menyebutkan bahwa total kolesterol dapat digunakan secara sah sebagai pengganti LDL kolesterol. Berdasarkan pernyataan tersebut sudah selayaknya jika kurva keduanya selaras dan penurunan paling tinggi baik kolesterol total maupun LDL-kolesterol pada pemberian air susu sekitar 5 mg/ekor/hari.

HDL-kolesterol tikus yang hiperkolesterol diberi pakan tinggi lemak dan ditambah 5 ml air susu (meningkat $3,4 \pm 8,62$ mg/dl) sangat nyata ($p < 0,01$) lebih tinggi daripada HDL-kolesterol tikus yang diberi air susu 10 ml/ekor/hari (turun $16,6 \pm 3,21$ mg/dl). Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa jika kolesterol dalam diet rendah, aktivitas enzim yang berperan dalam biosintesis kolesterol meningkat untuk mempertahankan suplai kolesterol pada struktur membran, sintesis asam empedu dan hormon steroid.

Pada intake kolesterol yang tinggi, maka absorpsinya akan menurun, cenderung pada absorpsi limit, dengan demikian pada pakan hiperkolesterol kandungan kolesterolnya mengalami sedikit penurunan. Secara matematis, oleh karena HDL-kolesterol merupakan selisih antara Kolesterol total dengan LDL-kolesterol maka respon yang diberikan merupakan kebalikan atau berbanding terbalik dengan respon LDL-kolesterol. Uji orthogonal polinomial pengaruh pemberian air susu sapi terhadap peningkatan HDL darah memberikan hasil bahwa air susu memberikan respon kuadrater dengan persamaan $Y = -7,8 + 5,36x - 0,624x^2$, koefisien determinasi (R^2) = 0,43; titik tertinggi P (4,3; 3,71).

Suhartati *et al.* (2012) mengaplikasikan hasil percobaan tersebut kepada manusia. Air susu yang diproduksi menggunakan formula pakan yang mampu meningkatkan kandungan asam lemak linoleat terkonjugasi, diuji cobakan pada wanita usia 40-60 tahun yang menderita dislipidemia. Setiap hari responden mengkonsumsi 300 ml susu. Jumlah tersebut ditentukan berdasarkan hasil penelitian pada tikus putih, yaitu bahwa dosis efektif untuk menurunkan kolesterol total, LDL-kolesterol dan meningkatkan HDL-kolesterol darah tikus yang telah mengalami hiperkolesterol diperlukan 5 ml air susu sapi /ekor/hari. Dosis tersebut dikonversi ke manusia menurut petunjuk Laurence *et al.* (1997), diperoleh hasil 300 ml/orang/hari.

Selama penelitian berlangsung dilakukan wawancara dengan responden, diperoleh hasil bahwa setelah mengkonsumsi air susu, buang air besar menjadi lancar, perut rasanya lega, pagal-pagal yang

dirasakan menjadi hilang, yang biasanya mudah masuk angin, setelah mengkonsumsi air susu menjadi sehat. Ada juga responden yang sebelumnya merasa semutan, setelah mengkonsumsi air susu, rasa semutan menjadi hilang, tidur lebih nyenyak. Pada akhir penelitian dilakukan pengambilan darah kembali untuk dianalisis seperti sebelum menerima perlakuan. Bagi penderita dislipidemia, mengkonsumsi 300 ml air susu sapi dapat menurunkan glukosa, trigliserida dan kolesterol LDL dan meningkatkan kolesterol HDL.

REKAYASA PAKAN UNTUK MENINGKATKAN KANDUNGAN ASAM LEMAK LINOLEAT TERKONJUGASI

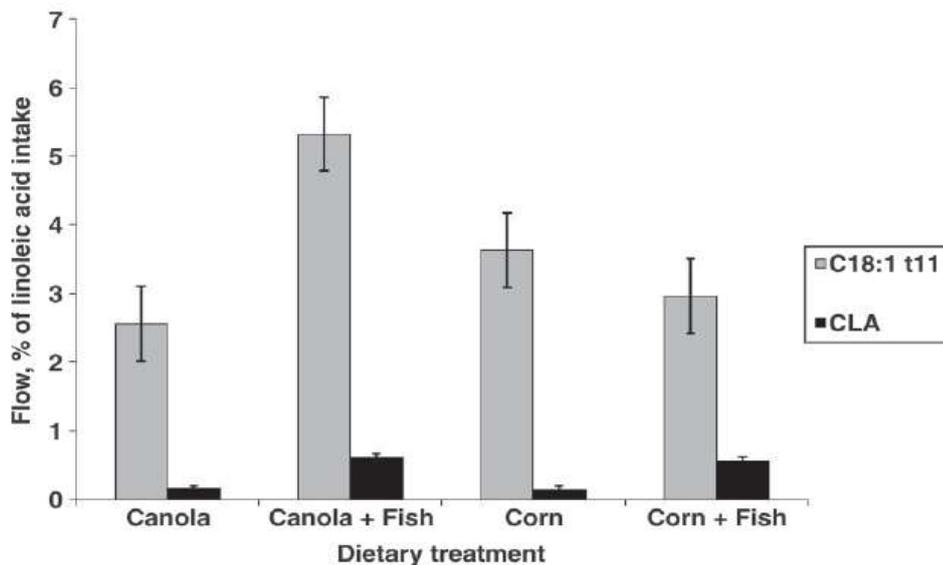
Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan CLA, namun demikian faktor yang terpenting adalah pakan, karena menyediakan substrat untuk pembentukan CLA. Suhartati *et al.* (2006) telah melakukan percobaan *in vitro* untuk menguji tiga macam imbalanced hijauan: konsentrat, diperoleh hasil bahwa kandungan asam linoleat tertinggi dicapai oleh imbalanced hijauan : konsentrat 60:40 (6,55% dari lemak), kemudian menurun oleh imbalanced 70:30 (4,59% dari lemak) dan terendah imbalanced 80:20 (3,38% dari lemak). Sebaliknya, kandungan CLA tertinggi dicapai oleh imbalanced 80:20 (1,29 % dari lemak) dan terendah oleh imbalanced 60:40 (1,03% dari lemak). Hal tersebut karena asam linoleat telah digunakan dalam proses biohidrogenasi dan menghasilkan *cis-9, trans-11 C18:2* (CLA). Bauman *et al.* (2003) menyatakan bahwa *cis-9, trans-11 C18:2* dibentuk sebagai senyawa intermedier dalam proses biohidrogenasi asam linoleat. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa fermentasi dedak padi dan onggok menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dapat meningkatkan kandungan CLA rumen demikian pula imbalanced hijauan : konsentrat berpengaruh terhadap kandungan CLA rumen.

Suhartati dan Batta (2008) melakukan uji *in vitro* diperoleh hasil bahwa semakin tinggi konsentrat dalam pakan, kadar CLA semakin menurun. Rendahnya kadar CLA pada pakan konsentrat yang tinggi karena dengan meningkatnya konsentrat menyebabkan penurunan pH. Gugus karboksil bebas yang dibutuhkan untuk produksi CLA akan lebih banyak terjadi pada pH yang tinggi (Wang *et al.*, 2003).

Dijelaskan bahwa rendahnya biohidrogenasi C18:2n-6 dalam kelompok yang mendapat pakan hijauan rendah mungkin disebabkan oleh rendahnya pH yang disebabkan oleh tingginya level karbohidrat dalam pakan rendah hijauan. Bakteri utama yang berperan dalam biohidrogenasi rumen adalah selulolitik dan biohidrogenasi asam lemak tidak jenuh membutuhkan radikal bebas COOH yang terbentuk dari lipolisis. Rendahnya pH rumen dapat menekan aktivitas bakteri selulolitik. Wang dan Song (2003) mendapatkan bahwa produksi *trans-11-C18:1* dan *cis-9, trans-11 CLA* meningkat dengan meningkatnya pH jika biakan diinkubasi dengan *rapeseed*.

Hasil penelitian Chantaprasarn dan Wanapat (2004) yaitu bahwa penambahan minyak biji bunga matahari 2.5% sangat nyata meningkatkan kandungan CLA, yaitu menjadi 4.3 mg/g lemak dan dengan meningkatnya penambahan biji bunga matahari yaitu 5%, kandungan CLA air susu menjadi 5.9 mg/g lemak. Kandungan asam linoleat terkonjugasi yang dihasilkan oleh sapi perah yang mendapat perlakuan pakan 1/3, 2/3 dan semua pastura, secara berturut-turut masing-masing adalah 8,9; 14,3; dan 22,1 mg/g lemak susu. Sapi yang merumput di pastura dan tidak diberi pakan suplemen, CLA di dalam lemak susunya 500% lebih banyak daripada sapi yang diberi pakan khas sapi perah (Dhiman *et al.*, 1999).

Penelitian terhadap sapi perah FH, untuk mengetahui pengaruh pemberian *cassava hay* dan minyak biji bunga matahari terhadap kandungan CLA air susu telah dilakukan oleh Chantaprasarn dan Wanapat (2004) Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *cassava hay* mampu meningkatkan kandungan CLA (*cis-9-trans-11 C18:2*) dibanding pakan kontrol yang hanya diberi konsentrat komersial (2,1 mg/g lemak vs 2,4 mg/g lemak).



Gambar 3. Aliran *trans*-11 vaccenic acid (C18:1*trans*-11) dan isomer CLA *cis*-9, *trans*-11 ke duodenum (Sumber: Duckett and Gillis, 2010)

Meningkatkan kandungan CLA dalam air susu ruminansia dapat dilaksanakan melalui berbagai cara diantaranya, merumput di pastura (Kay *et al.*, 2004), suplementasi pakan komplit yang terdiri dari 50% hijauan dan 50% konsentrat dengan minyak tanaman (Madron *et al.*, 2002) dan suplementasi pakan komplit dengan minyak ikan (AbuGhazaleh *et al.*, 2003). Hasil penelitian Khanal *et al.* (2004) pada sapi Holstein yang diberi pakan pastura seluruhnya, kandungan CLA nya 2,5% dari lemak. Hal tersebut menunjukkan bahwa pastura lebih baik dalam menghasilkan CLA dalam air susu sapi dibandingkan pakan komplit. Hasil-hasil penelitian yang telah diuraikan menggambarkan bahwa peningkatan kadar CLA dalam produk ruminansia dapat dicapai dengan suplai C18:2 yang terdapat dalam minyak nabati.

Suhartati dan Subagyo (2010) melaporkan bahwa pakan yang mengandung bekatul dan onggok fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* ditambah 3% minyak kedelai dan sapi diperah empat jam setelah diberi pakan rumput (0,62%) mampu meningkatkan kandungan CLA 158% dibanding pakan tradisional dan sapi diperah 2 jam setelah diberi pakan rumput (0,24%). Hal tersebut karena dengan adanya tambahan 3% minyak kedelai berarti pasokan asam lemak linoleat yang merupakan prekursor pembentukan asam stearat dalam proses bihidrogenasi, akan menghasilkan senyawa intermedier yaitu CLA lebih banyak. Hasil analisis di Laboratorium Kimia Terpadu IPB Bogor tahun 2008, minyak kedelai mengandung asam lemak linoleat yang tinggi, yaitu 48,16%. Salah satu cara untuk memperkaya produksi CLA pada produk ruminansia dapat dicapai dengan meningkatkan suplai C18:2 dalam retikulo-rumen sebagai sumber asam linoleat (Bessa *et al.*, 2000).

Peningkatan konsentrasi CLA lemak susu juga diamati dengan penambahan minyak ikan atau tepung ikan. Selain itu, minyak ikan tampaknya menghasilkan peningkatan CLA lemak susu yang lebih besar daripada minyak tanaman dalam jumlah yang sama (Chouinard *et al.*, 1998).

PENUTUP

Asam lemak linoleat terkonjugasi merupakan senyawa yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Mengonsumsi asam lemak linoleat terkonjugasi dalam jumlah yang mencukupi pada awal kehidupan akan memiliki efek jangka panjang yang menguntungkan terhadap resiko kanker. Keberadaannya asam lemak linoleat terkonjugasi dalam susu sapi dapat ditingkatkan melalui rekayasa pakan. Semakin banyak hijauan yang diberikan maka semakin tinggi produksinya dalam susu sapi.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- AbuGhazaleh, A.A., D.J. Schingoethe, A.R. Hippen, K.F. Kalscheur. 2003. Milk conjugated linoleic acid response to fish oil supplementation of diets differing in fatty acid profiles. *J. Dairy Sci.* 86: 944–953.
- Bauman, D. E., L. H. Baumgard B. A. Corl and J. M. Griinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science.* 1-15.
- 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.
- Bauman DE, B.A. Corl, D.G. Peterson. 2003. *The biology of conjugated linoleic acid in ruminant.* In: Sebedio J-L, W.W. Christie, R. Adlof, eds. *Advances in conjugated linoleic acid research*, vol 2. Champaign, IL: AOCS Press:146–173.
- Beam, T. M., T. C. Jenkins, P. J. Moate, R. A. Kohn, and D. L. Palmquist. 2000. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J. Dairy Sci.* 83:2564–2573.
- Belury MA. 2002. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annu Rev Nutr.* 22:505–31.
- Bessa, R. J. B., J. Santos-Silva, J. M. R. Ribeiro and A. V. Portugal. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livestock Production Science*, 63: 201–211.
- Bhattacharya, A., J. Banu, M. Rahman, J. Causey, G. Fernandes. 2006. Biological effects of conjugated linoleic acid in health and disease. *J. Nutr. Biochem.* 17(12) 789-810.
- Chantaprasarn, B. And M. Wanapat. 2004. *Effect of Sunflower oil Supplmentation in Cassava Hay Based-diets for Lactating Dairy Cows.* Tropical Feed Resources Research and Development Center (TROFREC). Departemn of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.
- Chinnadurai, K., A. K. Tyagi, and P. Krishnamoorthy. 2008. Influence of conjugated linoleic acid enriched ghee feeding on cancer incidence and histopathological changes in 7,12-dimethylbenz[a]anthracene induced mammary gland carcinogenesis in rats. *Veterinarski Arhiv* 78 (6): 511-520.
- Choi, S.H., J.H. Wang, Y.J. Kim, Y.K. Oh and M.K. Song. 2006. Effect of Soybean Oil Supplementation on the Contents of Plasma Cholesterol and cis9, trans11-CLA of the Fat Tissues in Sheep. *Asian-Aust.J.Anim. Sci (19)* 5:679-683.
- Chouinard, P. Y., L. Corneau, D. E. Bauman, W. R. Butler, Y. Chilliard, and J. K. Drackley. 1998. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different sources of dietary fat. *J. Dairy Sci.* 81(Suppl. 1):233 (Abstr.).
- 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-11ALT. *J. Nutr. Biochem.*12:622-630.
- Dawson, R. M. C., N. Hemington, and G. P. Hazlewood. 1977. On the role of higher plant and microbial lipases in the ruminal hydrolysis of grass lipids. *Br. J. Nutr.* 38:225–232.
- De La Torre, A., E. Debiton, P. Juaneda, D. Durand, J.M. Chardigny, C. Barthelemy, D. Bauchart and D. Gruffat. 2006. Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. *Br. J. Nutr.* 95:346-352.

- Dhiman, T. R., G. R. Anand, L. D. Satter and M. W. Pariza. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.* 82:2146-2156.
- Djohan, T. B. A. 2004. Penyakit Jantung Koroner dan Hypertensi. Ahli Penyakit Jantung. Fakultas kedokteran Universitas Sumatera Utara. On line. Diakses tanggal 2 Februari 2011. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3515/1/gizi-bahri10.pdf>
- Duckett S. K. and M. H. Gillis. 2010. Effects of oil source and fish oil addition on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J Anim Sci.* 88:2684-2691.
- Ecker, J., G. Liebisch, M. Scherer and G. Schmitz. 2010. Differential effects of conjugated linoleic acid isomers on macrophage glycerophospholipid metabolism. *J Lipid Res.* 51(9): 2686–2694.
- French, P., C. Stanton, F.O. Lawless, E. G. Riordan, F.J. Monahan, P. J. Caffrey and A. P. Moloney. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78:2849–2855.
- Gulati, S.K., S.M. Kitesa, 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 into Milk Fat. *Animal Feed Science and Technology* 86:139-148.
- Gurr, M. I. 2009. Lipids In Nutrition And Health: A Reappraisal The Oily Press Bridgwater UK
- Hardiningsih, R dan N. Nurhidayat. 2005. Pengaruh Pemberian Pakan Hiperkolesterolemia terhadap Bobot Badan Tikus Putih Wistar yang Diberi Bakteri Asam Laktat. *Biodiversitas (7)* 2:127-130.
- Harfoot, C. G., and G. P. Hazlewood. 1988. Lipid metabolism in the rumen. Pages 285–322 in *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier Science Publishing, New York, NY.
- Hubbard, N.E., D. Lim, K.L. Erickson. 2006. Beef tallow increases the potency of conjugated linoleic acid in the reduction of mouse mammary tumor metastasis. *J. Nutr.* 136(1): 88-93, 2006.
- Ip, C., M. Singh, H.J. Thompson, and J. Scimeca. 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of mammary gland in the rat. *Cancer Res.* 54: 1212-1215.
- Ip C., J.A. Scimeca, H. Thompson. 1995. Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid on mammary cancer prevention. *Nutr Cancer* 24:241–7.
- Ip, C., Y. Dong, M. M. Ip, 2002. Conjugated linoleic acid isomers and mammary cancer prevention. *Nutr.Cancer* 43(1): 52-58
- Ip M. M., P. A. Masso-Welch, and C. Ip. 2003. Prevention of mammary cancer with conjugated linoleic acid: role of the stroma and the epithelium. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia.* 8 101–116.
- Jenkins, T. C., R. J. Wallace, P. J. Moate and E. E. Mosley. 2008. Board-Invited Review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated Fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J Anim Sci.* 86:397-412
- Kay, J.K., T.R. Mackle, M.J. Auldist, N.A.Thompson and D.E.Bauman. 2004. Endogenous Synthesis of *cis*-9, *trans*-11 Conjugated Linoleic Acid in Dairy Cows Fed Fresh Pasture. *J. Dairy. Sci.* 87:369-378
- Kelly, N.S., F.H. Neil and K.L. Erickson, 2007. Conjugated linoleic acid isomer and cancer. *J.Nutr.*, 137:2599-2607.
- Kemp, P., R. W. White, and D. J. Lander. 1975. The hydrogenation of unsaturated fatty acids by five bacterial isolates from the sheep rumen, including a new species. *J. Gen. Microbiol.* 90:100–114.

- Keeney, M. 1970. *Lipid metabolism in the rumen*. In: A. T. Phillipson (Ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. pp 489-503. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, U.K.
- Khanal, R. C. and K.C. Olson. 2004. Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content in Milk, Meat, and Egg: A Review. *Pakistan Journal of Nutrition* 3 (2): 82-98
- Kritchevsky, D. 2000. Antimutagenic and Some Other Effects of Conjugated Linoleic Acid. *Br.J.Nutr.* 83:459-465.
- Laurence, D.R, P.N Bennet dan M.J Brown. 1997. *Clinical Pharmacology, 8th edition*. Churchill Livingstone, New York.
- Lee, K. W., H. J. Lee, H. Y. Cho, and Y. J. Kim. 2005a. Role of conjugated linoleic acid in the prevention of cancer. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 45:135-144.
- Lock, A. L., and D. E. Bauman. 2004. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. *Lipids* 39:1197-1206.
- Madron, M. S., D. G. Peterson, D. A. Dwyer, B. A. Corl, L. H. Baumgard, D. H. Beermann, and D. E. Bauman. 2002. Effect of ex truded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *J. Anim. Sci.* 80:1135-1143.
- Palmquist, D. L., A. L. Lock, K. J. Shingfield, and D. E. Bauman. 2005. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. *Adv. Food Nutr. Res.* 50:179-218.
- Pariza, M. W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:1132S-1136S.
- Parodi, P. W. 2004. Milk fat in human nutrition. *Aust. J. Dairy Technol.* 59:3-59.
- Piperova, L. S., L. Sampugna, B. B. Teter, K. F. Kalscheur, M. P. Yurawecz, 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.
- Raes, K., S. de Smet, and D. Demeyer. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113: 199-221.
- Singh, S., and J. C. Hawke. 1979. The in vitro lipolysis and biohydrogenation of monogalactosyldiglyceride by whole rumen contents and its fractions. *J. Sci. Food Agric.* 30:603-612.
- Sophie, D., P Y. Chouinard, I. Galibois, L. Corneau, J. D., Benoit Lamarche, P. Couture, and N. Bergeron. 2005. Lack of effect of dietary conjugated linoleic acids naturally incorporated into butter on the lipid profile and body composition of overweight and obese men. *Am J Clin Nutr* 82:309-319.
- Suhartati, F.M. dan M. Bata. 2008. Uji Banding Minyak Kedelai, Minyak Biji Bunga Matahari Dan Minyak Wijen Sebagai Sumber Asam Linoleat dalam Biosintesis *Conjugated Linoleic Acid* (*Laporan Penelitian Fundamental*). Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto
- Suhartati, F.M. dan Y. Subagyo, 2010. Penggunaan Bekatul 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.
- Suhartati, F.M., W. Suryapratama dan S. Rahayu. 2011. Penggunaan Air Susu Sapi yang Kaya Asam Lemak Linoleat Terkonjugasi Sebagai Upaya Untuk Menurunkan Bobot Badan, Kolesterol, LDL dan meningkatkan HDL Darah. Laporan penelitian Unggulan (Tidak dipublikasi).
- Tricon, S., G. C. Burdge, E.L. Jones, J. J. Russell, S. El-Khazen, M. Williams, P. C. Calder, and P. Yaqoob. 2006. Effects of dairy products naturally enriched with *cis-9,trans-11* conjugated

- linoleic acid on the blood lipid profile in healthy middle-aged men. *Am J Clin Nutr* 83:744 – 53.
- Van Nevel, C. J., and D. I. Demeyer. 1996. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. *Reprod. Nutr. Dev.* 36:53–63.
- Wang, J. H. and M. K. Song. 2003. pH affects the *in vitro* formation of *cis*-9, *trans*-11 CLA and *trans*-11 octadecenoic acid by ruminal bacteria when incubated with oilseeds. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16(12):1743-1748.
- Wang, Y and P. J. H. Jones. 2004. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *Am J Clin Nutr* 79(suppl):1153S– 1158S.
- Wang, J. H., S. H. Choi and M. K. Song. 2003. Effects of concentrate to roughage ratio on the formation of *cis*-9, *trans*-11 CLA and *trans*-11-octadecenoic acid in rumen fluid and plasma of sheep when fed high oleic or high linoleic acid oils. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16(12):1604-1609.
- Wahle KW, S.D. Heys, D. Rotondo. 2004. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Prog Lipid Res.* 43:553–87.
- Yeung, C. H. Y., L. Yang, Y. Huang, J. Wang, and Z. Y. Chen. 2000. Dietary conjugated linoleic acid mixture affects the activity of intestinal acyl coenzyme A: cholesterol acyltransferase in hamsters. *Br. J. Nutr.* 84:935–941.