

TRANSFER OMEGA-3 TERPROTEKSI DAN L-KARNITIN DALAM RANSUM LIMBAH PASAR TERFERMENTASI PENGARUHNYA TERHADAP KOMPOSISI KIMIAWI DAGING SAPI SIMENTAL

Sudibya, Pujo Martatmo, Adi Ratriyanto*) dan Darsono**)²

Abstract

The objective of this study was to reduce cholesterol and increase omega-3, omega-6 fatty acid of cattle through the supplementation L-carnitine and tuna fish oil or lemuru fish oil protection. Material used was 10 cattle male, L-carnitine and tuna fish oil or lemuru fish oil protection. Research method was arranged in pattern Block Completely Randomized Design with five factor treatment and blocs two times.

The used was supplementation L-carnitine of 250 ppm and protection tuna or lemuru fish oil to reduce of meet cattle cholesterol from 141.10% to 113.80% and LDL of meet from 42.05 mg/dl to 35.80 mg/dl and lipid of meet from 4.55% to 4.20 percent. Furthermore to increase HDL (high density lipoprotein) from 57.95 mg/dl to 64.20 mg/dl.

Supplementation protection tuna or lemuru fish oil in the ration 250 ppm L-carnitine to increased the omega-3 fatty acids of meet from 4.85% to 6.46%.

Keywords: *Meat cattle, Cholesterol, Linolenic, Linoleic Fatty Acids, L-carnitine and Protection Tuna and Lemuru Fish Oils*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Membuat produk daging sapi yang kaya akan asam lemak omega-3 dan 6 serta rendah kolesterol merupakan terobosan baru untuk menghasilkan produk hewani yang sehat. Produk tersebut dapat dibuat dengan memanipulasi yakni dengan suplementasi sabun terproteksi yang berisi ekstrak asam lemak omega-3 lewat ransum yang dicampur dalam ransum yang menggunakan limbah pasar organik terfermentasi. Fermentasi pada bahan pakan secara umum dapat meningkatkan nilai gizinya terutama kadar protein, hal ini akibat aktivitas enzim katabolik yang diproduksi oleh mikroorganisme (Winarno dan Fardiaz, 1973).

Selanjutnya fermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim lipase yang mampu merombak asam lemak menjadi energi, sehingga kadar lemak akan turun. Kadar lemak turun hingga 20%, sedang asam palmitat, oleat, linoleat dan linolenat

² *) Prodi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

***) Prodi Agrobisnis Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

dibebaskan dari rantai senyawa lemak (Kasmidjo, 1989). Selanjutnya dinyatakan bahwa proses fermentasi mengakibatkan naiknya kadar nitrogen terlarut dari 0,5% menjadi 2% dan kadar asam amino bebasnya juga meningkat mencapai 85 kali, namun komposisi asam aminonya relatif stabil.

Penelitian tentang produk daging sapi simental yang kaya asam lemak omega-3 belum banyak diungkap, namun sebagai bahan pijakan pada daging sapi potong pernah dilakukan oleh Sudibya, et.al (2003) yang dilanjutkan pada tahun (2006), pada tahun (2007) pada ternak kambing serta tahun (2010) pada air susu sapi perah dimana hasilnya sangat signifikan. Oleh karena itu, bila metode tersebut diterapkan pada sapi simental dampaknya akan sama karena masih termasuk pada ternak ruminansia.

Sumber asam lemak omega-3 banyak dijumpai pada ikan laut, utamanya ikan lemuru, ikan tuna dan ikan hiu. Ikan lemuru bila dipres akan menghasilkan minyak ikan yang banyak mengandung asam lemak omega-3 utamanya *EPA (Eikosapentaenoat)* 34,17% dan *DHA (Dokosaheksaenoat)* sebanyak 17,40 persen dan kandungan lemaknya 6% serta TDN 182 kkal/kg sedang minyak ikan tuna bila dipres akan menghasilkan minyak ikan yang banyak mengandung asam lemak omega-3 utamanya *EPA (Eikosapentaenoat)* 33,6% hingga 44,85% dan *DHA (Dokosaheksaenoat)* sebanyak 14,64% serta mengandung lemak 5,8% dan TDN 178 kkal/kg (Sudibya, et.al, 2004; 2007). Atas dasar perbedaan kandungan tersebut perlu diteliti untuk dibandingkan.

Minyak ikan merupakan sumber lemak. Manipulasi metabolisme lemak dalam rumen ditujukan untuk menghasilkan dua partikel yang pertama mengontrol pengaruh antimikroba dari asam lemak untuk meminimalkan gangguan fermentasi rumen, sehingga level lemak tertinggi dapat dimasukkan dalam pakan, kedua mengontrol biohidrogenasi untuk meningkatkan absorpsi asam lemak yang dikehendaki untuk meningkatkan kualitas nutrisi produk ternak (Chillard, 1993). Suplementasi minyak ikan dalam pakan harus dengan dosis tertentu agar tidak mengganggu aktivitas mikroorganisme rumen. Jenkins (1993) menyatakan bahwa penambahan minyak ikan dalam pakan ruminansia tidak boleh lebih dari 6-7% dari bahan kering ransum karena akan mempengaruhi fermentasi mikroorganisme rumen.

PERUMUSAN MASALAH

Menilik dasar pemikiran di atas maka diperlukan sebuah upaya untuk menjawab rumusan masalah yakni berkaitan dengan Transfer Omega-3 Terproteksi dan L-Karnitin dalam Ransum Limbah Pasar Terfermentasi Pengaruhnya terhadap Komposisi Kimiawi Daging Sapi Simental.

TUJUAN PENELITIAN

Tahap I: (1) Untuk meningkatkan nilai nutrisi dari limbah pasar organik antara lain kandungan protein kasar dan kadar abu.

Tahap II: (1) Memproduksi sabun asam lemak berbahan baku limbah ikan (minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru); (2) Mengurangi pengaruh negatif dari minyak terhadap proses fermentasi selulolitik mikroba rumen; (3) Memperoleh dosis optimal pemberian sabun asam lemak sehingga proses fermentasi dalam rumen masih pada kisaran normal secara *in vivo*.

Tahap III: (1) Memproduksi daging sapi simental yang mengandung asam lemak linolenat, linoleat dan arakhidonat tinggi dan rendah kolesterol sebagai bahan pangan yang sehat.

MANFAAT PENELITIAN

Sebagai bahan informasi dalam penyusunan ransum khususnya ransum sapi simental. Manfaat lebih lanjut dapat membuat produk daging sapi simental yang rendah kolesterol dan kaya akan asam lemak linolenat, linoleat dan arakhidonat, lebih lanjut bila daging sapi simental tersebut dikonsumsi manusia dapat mengurangi beberapa penyakit misalnya arterosklerosis, tumor kanker, diabetes dan dapat meningkatkan kekebalan tubuh.

KAJIAN TEORI

Sabun kalsium (Ca-soap) merupakan salah satu teknologi untuk melindungi lemak yang akhir-akhir ini banyak dikembangkan. Sabun kalsium merupakan bentuk lemak terlindung dan merupakan sumber lemak yang efektif dalam bahan pakan ternak ruminansia, karena sistem fermentasi rumen tetap normal, pencernaan asam lemaknya tinggi dan sabun ini dapat dengan mudah dicampur dengan beberapa jenis bahan pakan

(Jenkins dan Palmquist, 1984). Melalui metode saponifikasi dengan garam kalsium (CaCl_2) diharapkan penggunaan lemak pada taraf yang tinggi tidak menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem mikroba rumen.

Sudibya, et.al (2007) menyatakan bahwa suplementasi minyak ikan tuna serta minyak ikan lemuru hingga level 5 ml/ekor dalam ransum kambing yang mengandung 50 ppm L-karnitin mampu menurunkan kadar kolesterol daging kambing dari 143,18% menjadi 113,3% dan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) darah dari 42,38 mg/dl hingga 35,24 mg/dl serta kadar lemak daging dari 8,14% menjadi 7,94 persen. Selanjutnya mampu meningkatkan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) darah kambing dari 57,62 mg/dl menjadi 64,76 mg/dl.

Selanjutnya dinyatakan bahwa suplementasi minyak ikan tuna serta minyak ikan lemuru hingga level 5 ml/ekor dalam ransum kambing yang mengandung 50 ppm L-karnitin mampu meningkatkan kadar asam lemak omega-3 daging kambing dari 4,52% menjadi 5,96% dan kadar asam lemak omega-6 dari 28,20% hingga 35,22% serta kadar asam lemak tak jenuh dari 59,74% menjadi 67,36%. Selanjutnya mampu meningkatkan kadar EPA (*Eikosapentaenoat*) dari 2,696% menjadi 3,12% dan DHA (*Dokosaheksaenoat*) dari 2,04% menjadi 2,44%. Peningkatan tersebut diikuti dengan turunnya kadar asam lemak jenuh daging kambing mulai 40,26% hingga 32,64%. Suplementasi minyak ikan tuna serta minyak ikan lemuru hingga level 5 ml/ekor dalam ransum kambing yang mengandung 50 ppm L-karnitin belum mampu menaikkan angka peroksida dan bilangan TBA daging kambing. Proses pembakaran (sate kambing) mampu menaikkan angka peroksida dari 0,1437 hingga 0,1635 miliequivalen/kg lemak dan bilangan TBA dari 1,807 menjadi 2,440 mg/kg lemak akan tetapi menurunkan kadar asam lemak omega-3 dari 5,957% menjadi 5,945%.

Sudibya, et.al (2003; 2006) menyatakan bahwa suplementasi minyak ikan lemuru hingga level 5 ml/ekor/hari lewat mulut sapi sebagai sumber asam lemak omega-3 pada sapi potong mampu menurunkan kadar kolesterol daging dari 136,8% menjadi 108,4% dan meningkatkan kadar asam lemak omega-3 dari 4,45 hingga 5,92% dan asam lemak omega-6 dari 27,2% menjadi 34,3%. Suplementasi minyak ikan lemuru ini juga menurunkan kadar LDL darah dari 49.75 menjadi 32.15 mg/dl yang disertai peningkatan kadar HDL dari 58.04 hingga 88.03 mg/dl. Asam lemak tak jenuh juga meningkat dari 61.40 menjadi 69.60% dan menurunkan asam lemak jenuh dari 38,30

hingga 30,50%. Peningkatan itu sejalan dengan kadar EPA daging dari 2,60 menjadi 3,02% dan DHA dari 1,90 menjadi 2,40%, bahkan pada suplementasi 4% minyak ikan lemuru, nisbah omega-3:omega-6 daging mencapai nilai ideal 1:5.

Sudibya (2004) menyatakan bahwa suplementasi minyak ikan tuna hingga 5 persen dalam ransum dasar ternak kambing pada semua level suplementasi L-carnitine mampu meningkatkan kadar asam lemak omega-3 dari 4,48% hingga 6,92%, asam lemak omega-6 dari 24,64% hingga 37,12%, asam lemak tak jenuh mulai 58,26% hingga 70,36% dan kadar EPA dari 2,02% menjadi 2,38% serta kadar DHA dari 1,02% menjadi 2,54%. Peningkatan kadar asam lemak tak jenuh diikuti oleh penurunan kadar asam lemak jenuh mulai dari 41,74% menjadi 29,64% dan kolesterol dari 954 menjadi 801 mg/dl.

Masih menurut Sudibya (1998), fungsi asam lemak omega-3 dalam menurunkan kadar kolesterol melalui dua cara yakni 1) merangsang ekskresi kolesterol melalui empedu dari hati ke dalam usus dan 2) merangsang katabolisme kolesterol oleh HDL ke hati kembali menjadi asam empedu dan tidak diregenerasi lagi namun dikeluarkan bersama ekskreta.

Daging sapi simental biasanya dikonsumsi oleh manusia dalam keadaan dimasak (sate sapi) sehingga perlu dilakukan uji organoleptik (rasa, bau dan warna) dan kandungan asam lemak omega-3 apakah mengalami perubahan atau tidak serta produk oksidasi lemak dengan kadar peroksida serta kadar malonaldehid dengan uji TBA (asam thiobarbiturat).

MATERI DAN METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang dilaksanakan di wilayah dukuh Gledeg Desa Gledeg Kecamatan Karangnom Kabupaten Klaten dan Laboratorium MIPA IPB Bogor, Laboratorium Kimia UGM, Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian UGM serta Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Prodi Peternakan Fakultas Pertanian UNS Surakarta. Selanjutnya penelitian dilaksanakan selama tiga bulan yakni mulai bulan September dan berakhir bulan November 2010.

b. Materi:

- Tahap I: Ragi tape, bahan limbah pasar serta peralatan yang lain.
- Tahap II: Sabun asam lemak terproteksi dari ekstrak asam lemak omega-3 yang diperoleh dari minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru.
- Tahap III:
 - Pedet simental lepas sapi jantan sebanyak 10 ekor dengan bobot badan 150-200 kg.
 - Limbah pasar organik yang sudah terfermentasi.
 - Sabun terproteksi yang berisi minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru.
 - Kandang tobong sapi simental satu unit untuk 10 ekor dengan ukuran panjang 25 m dan lebar 7 m dan kandang individu sebanyak 10 unit serta setiap unit berisi 1 ekor pedet jantan lepas sapi.
 - Ransum dasar sesuai dengan perlakuan (Tabel 1,2,3 dan 4).

c. Metode:

Menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan masing-masing yakni:

P_0 = Ransum kontrol,

P_1 = P_0 +15% limbah pasar organik terfermentasi untuk mengganti rumput lapang dalam ransum.

P_2 = P_1 +L-karnitin 250 ppm.

P_3 = P_1 + Sabun terproteksi berisi minyak ikan tuna sebesar 4% dalam ransum.

P_4 = P_1 + Sabun terproteksi berisi minyak ikan lemuru sebesar 4% dalam ransum. Dan menggunakan 2 blok sebagai ulangan. Setiap unit blok berisi 1 ekor pedet jantan lepas sapi.

Peubah yang Diukur Yakni:

Kadar kolesterol daging sapi simental yang sudah dimasak dengan metode Kleiner dan Dotti (1962), kadar lemak daging sapi simental yang sudah dimasak dengan metode (AOAC, 2001), kadar *LDL (Low Density Lipoprotein)* dan *HDL (High Density Lipoprotein)* daging sapi simental yang sudah dimasak dengan metode (Assman,1982), kadar asam lemak linolenat, linoleat dan asam lemak tak jenuh dan jenuh daging sapi simental yang sudah dimasak dengan metode (AOAC, 1990). Uji angka peroksida

(Adnan, 1980) dan bilangan TBA (Apriyantono, 1989) pada daging sapi simental yang sudah dimasak.

Analisis Data

Data dianalisis dengan sidik ragam dan bila terdapat perbedaan dilanjutkan uji *kontras orthogonal* (Steel dan Torrie, 1980). Model matematik yang digunakan yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + \rho + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

($i=1,2, 3,4$ dan 5 ; $j=1, \text{ dan } 2$) yang mana:

Y_{ij} = Pengamatan pada unit eksperimen ke- j dalam ransum limbah pasar terfermentasi yang disuplementasi minyak ikan tuna serta minyak ikan lemuru terproteksi ke- i .

μ = Rataan umum.

ρ = Pengaruh blok terhadap perlakuan.

α_i = Pengaruh suplementasi minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi ke- i .

ε_{ij} = Pengaruh kesalahan percobaan ke- j dalam ransum limbah pasar terfermentasi yang disuplementasi minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi ke- i .

Lingkup dan Langkah Kegiatan

Langkah Pertama: Fermentasi Limbah Pasar Organik dengan Ragi Tape

Yaitu bahan limbah pasar dikukus dan ditiris kemudian diusar dengan ragi tape 5 gram/kg bahan limbah pasar organik, selanjutnya fermentasi 3 hari dan keringkan kemudian untuk mengganti hijauan dalam ransum sapi simental.

Langkah kedua:

Menemukan produk lemak terproteksi yang kandungan asam lemak tak jenuhnya tinggi dan paling tahan terhadap proses dehidrogenasi oleh mikroba rumen. Produk lemak terproteksi dibuat melalui kombinasi proses penyabunan dan inkapsulasi minyak ikan lemuru, minyak ikan tuna menggunakan NaOH 10%, pati 10% dan larutan CaCl_2 jenuh. Penyabunan dan inkapsulasi dilakukan dengan cara minyak ikan lemuru, ikan tuna dipanaskan pada suhu $60-80^\circ\text{C}$ selama 10 menit kemudian dicampur larutan NaOH 10% sambil diaduk dan ditambahkan larutan pati 10% sampai membentuk pasta yang liat. Gumpalan didiamkan selama satu malam agar mengeras. Gumpalan sabun yang diperoleh dikristalkan melalui perendaman dengan larutan CaCl_2 jenuh selama 2

jam. Kristal sabun asam lemak terbentuk disaring kemudian dipres dan selanjutnya dikeringkan dengan oven atau dijemur. Kristal sabun asam lemak yang telah kering diuji kecernaannya serta ketahanannya terhadap proses dehidrogenasi oleh mikroba rumen serta pengaruhnya terhadap aktivitas selulolitik mikroba rumen dengan metode *insaco*. Kecernaannya lemak didasarkan perbedaan kadar lemak total dalam kristal sabun sebelum dan setelah diinkubasi dalam rumen sapi perah selama 2 sampai 12 jam.

Ketahanan kristal sabun terhadap proses dehidrogenasi oleh mikroba rumen didasarkan perbedaan kadar asam lemak tak jenuh oleat, linoleat dan linolenat dalam kristal sabun sebelum dan setelah diinkubasi dalam rumen selama 2 sampai 12 jam. Pengaruh kristal sabun terhadap aktivitas mikroba selulolitik didasarkan jumlah unit. Enzim selulase dan gula reduksi terbentuk selama inkubasi dalam rumen 2 sampai 12 jam dibandingkan kontrol. Aktivitas mikroba selulolitik juga didasarkan kondisi pH dan produksi NH_3 dalam rumen serta kecernaannya serat kasar (ADF dan NDF).

Langkah Ketiga:

Adalah penggunaan level limbah pasar terfermentasi untuk mengganti bahan hijauan dan transfer kristal sabun asam lemak terpilih dari hasil penelitian langkah II ke dalam pakan sapi simental paling tepat yang mampu memperbaiki kinerja produksi dan kualitas daging sapi simental.

Tabel 1. Kandungan zat gizi bahan pakan yang digunakan dalam penelitian

Nama bahan	Air	Abu	PK	LK	SK	TDN	Ca	P
	Persen							
Rumput Lapang	84,10	8,80	8,72	3,68	33,60	52,10	0,16	0,19
Bekatul	12,72	7,70	11,99	10,70	11,61	67,90	0,04	0,34
Jerami Padi	12,24	6,70	4,90	3,40	53,30	55,80	0,08	0,60
Limbah Pasar Terfermentasi	12,97	2,59	7,20	5,58	24,10	54,40	0,24	0,32
Onggok	12,97	2,59	2,20	5,58	24,10	54,40	0,24	0,32
B. Kelapa	11,97	7,94	23,03	15,30	13,50	78,70	0,02	0,36
Mineral Premix	-	-	-	-	-	-	50,0	25,0
M. Ikan Lemuru*	-	-	-	6,0	-	182	-	-
M. Ikan Tuna**	-	-	-	5,8	-	178	-	-
L-Karnitin***								

Sumber :Tabel komposisi Hartadi *dkk* Tahun 1984

*) Hasil analisa di LAKFIP UGM Tahun 2007

***) Hasil analisa di LAKFIP UGM Tahun 2005

Catatan :

Minyak ikan lemuru mengandung: EPA (34,7%) dan DHA (27,10%)

Minyak ikan tuna mengandung: EPA (33,64%-44,85%) dan DHA (14,64-28,59%)

Setiap 1 kg Mineral premix mengandung:

Calcium Carbonat: 50,0%, Phosphor 25,0%, Manganase 0,35%, Iodium 0,2%, Kalum 0,10%, Cuprum 0,15%, Sodium Clorine 23,05%, Iron 0,8%, Zincum 0,20% dan Magnesium 0,15%

Mineral premix produksi Eka Farma. Deptan RI No. D. 8205275 FTS

***) L-karnitin setiap tablet susu L-men berisi 1 kg yang mengandung 50.000 ppm, sehingga setiap gramnya mengandung 50 ppm. Sehingga butuh 5 gram L-karnitin atau setara 0,005%..

Tabel 2. Kandungan zat nutrisi pada ransum sapi simental

Kandungan nutrient	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Protein kasar %	12,30	12,95	12,95	12,95	12,95
TDN kkal/kg	56,0	58,0	58,0	58,0	58,0
Lemak kasar (%)	4,82	5,02	5,02	5,02	5,02
Serat kasar (%)	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90
Kalsium (%)	2,58	2,58	2,59	2,58	2,58
Phospor (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Omega-3	0	0	2,12	2,13	2,13

Tabel 3. Susunan ransum pada sapi simental

	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Jerami Padi	30	30	30	30	30
Rumput Lapang	40	25	25	25	25
Limbah Pasar Terfermentasi	0	15	15	15	15
Bekatul	15	15	15	15	15
Onggok	10	10	10	10	10
Bungkil Kelapa	2	2	2	2	2
Premik	3	3	3	3	3
L-karnitin	0	0	0,005	0,005	0,005
Sabun minyak ikan tuna terproteksi	0	0	0	4	0
Sabun minyak ikan lemuru terproteksi	0	0	0	0	4
Total	100	100	100,005	104,005	104,005

Tabel 4. Pola tabulasi data pada sapi simental

Perlakuan	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Blok sebagai ulangan	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Total

Tabel 5. Pola sidik ragam pada percobaan

Sumber variasi	Db	JK	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Blok	1	JK _B	KT _B	KT _B /KT _E		
Perlakuan	4	JK _A	KT _A	KT _A /KT _E		
P ₀ vs P ₁ ,P ₂ ,P ₃ ,P ₄	1	JKP ₁	KTP ₁	KTP ₁ /KT _E		
P ₀ ,P ₁ vs P ₂ ,P ₃ , ,P ₄	1	JKP ₂	KTP ₂	KTP ₂ /KT _E		
P ₁ ,P ₂ vs P ₃ , P ₄	1	JKP ₃	KTP ₃	KTP ₃ /KT _E		
P ₃ vs P ₄	1	JKP ₄	KTP ₄	KTP ₄ /KT _E		
Galat (a-1) (b-1)	4	JK _E	KT _E	Sd=		
Total (n-1)	9	JK _T	KT _T	KK=..%		

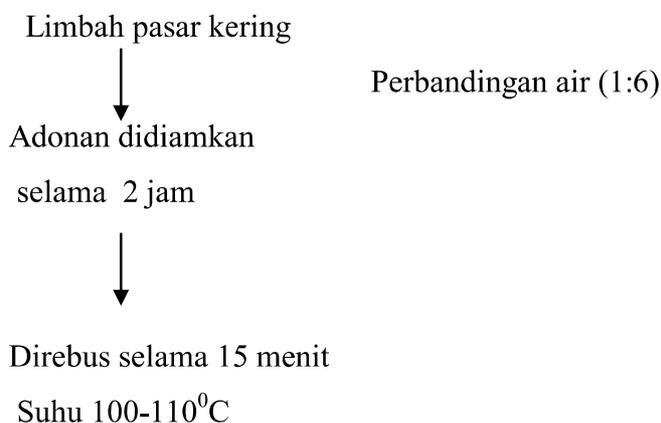
Pelaksanaan pada penelitian tahap I:

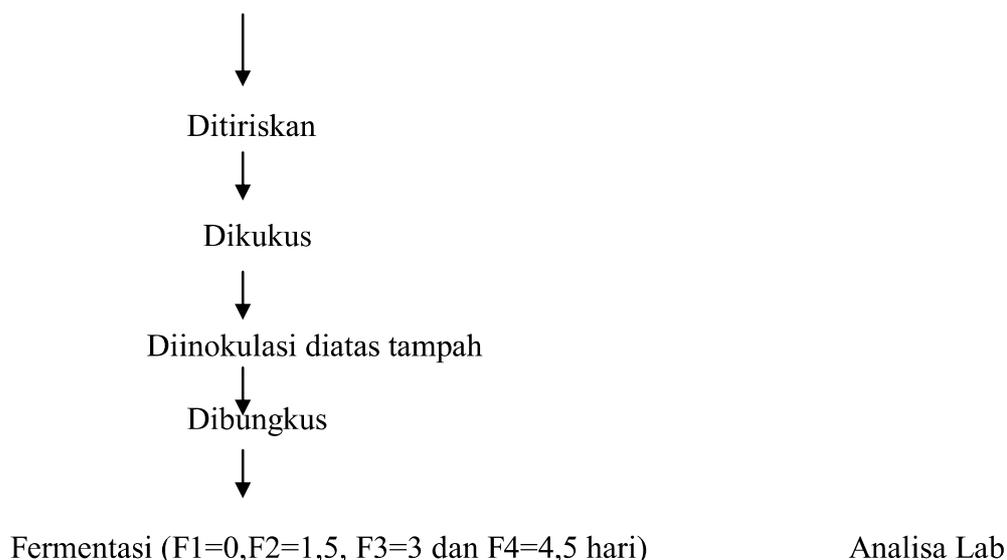
Bahan limbah pasar ditambah air membentuk pasta, kemudian dikukus, selanjutnya limbah pasar ditiris dan didinginkan, dilanjutkan penebaran ragi tape dan dilakukan pemeraman dengan waktu peram ke-0, waktu peram 1,5, waktu 3 hari dan waktu peram 4,5 hari. Pengukuran kadar protein kasar dilakukan pada hari ke-0, hari ke 1,5, hari ke-3 dan hari ke-4,5.

Persiapan:

1. Mempersiapkan materi yang akan digunakan yaitu 30 kg limbah pasar dan 15 tablet ragi tape, tampah dan plastik pembungkus.
2. Mempersiapkan bahan dan peralatan untuk analisa laboratorium.

Fermentasi Limbah Pasar





Gambar 1. Skema pembuatan tape limbah pasar

Setelah dilakukan uji statistik seperti pada lampiran 5, ternyata diperoleh kesimpulan bahwa fermentasi limbah pasar dengan ragi tape yang terbaik hasilnya dengan lama peram hari ke tiga. Maka dari itu hasil ini digunakan pada penelitian tahap III.

Pelaksanaan pada penelitian tahap II:

Membuat sabun asam lemak terproteksi:

65 ml ekstrak minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru dipanaskan pada suhu 60-80⁰C selama 10 menit, kemudian dicampur dengan larutan NaOH 10% sebanyak 130 ml sambil diaduk dan ditambahkan larutan pati 10% sebanyak 65 ml sampai membentuk larutan pasta yang liat. Pasta tadi didiamkan selama satu malam agar mengeras. Selanjutnya gumpalan sabun tadi dikristalkan melalui perendaman dengan larutan CaCl₂ jenuh selama 2 jam atau dengan kata lain menggunakan perbandingan 1:2:1. Kristal sabun yang terbentuk kemudian disaring dan dipres dan selanjutnya dikeringkan dioven atau dijemur dengan sinar matahari, selanjutnya siap diberikan pada ternak domba dengan dosis 4% dari total ransum. Seharusnya dilakukan uji ketahanan sabun terproteksi terhadap aktivitas mikroba rumen secara in sacco namun tahap ini kita lewati karena dari segi pendanaan yang tidak tercukupi.

Pelaksanaan penelitian tahap III (Secara *In Vivo*):

Penelitian secara *In Vivo* terbagi menjadi tiga tahap, meliputi tahap adaptasi preliminary dan koleksi. Tahap adaptasi bertujuan untuk membiasakan ternak sapi menyesuaikan dengan kandang, lingkungan dan pakan yang akan digunakan. Hal-hal yang dilakukan pada tahap adaptasi antara lain: memberikan pakan yang akan digunakan sedikit demi sedikit namun sesering mungkin, memberikan air minum secara *ad libitum*. Menghentikan tahap adaptasi setelah sapi dapat mengkonsumsi pakan percobaan dengan baik (kurang lebih satu minggu).

Tahap preliminary bertujuan untuk menghilangkan pengaruh pakan pada periode sebelumnya. Hal-hal yang dilakukan pada periode preliminary antara lain: melakukan pengacakan pakan perlakuan pada masing-masing kelompok, melakukan penghitungan pertambahan bobot badan (setiap hari diberi pakan pada waktu sekitar 07.00 WIB) untuk menentukan kebutuhan pakan yang harus diberikan, melakukan periode tersebut kurang lebih empat minggu.

Tahap koleksi merupakan tahap pengambilan data dari perlakuan yang diuji. Metode yang digunakan adalah koleksi total menurut Schneider and Flatt (1975) yang dilakukan selama 7 hari dengan tahapan sebagai berikut: a) mengumpulkan dan menimbang pakan perlakuan (pemberian dan sisa) untuk menentukan konsumsi harian masing-masing ternak sapi, b) mengumpulkan feses dari masing-masing sapi setiap hari, c) mengambil sampel feses dan pakan perlakuan (pemberian dan sisa) sebanyak 5 persen dari berat yang terkumpul setiap hari, d) menyemprot sampel feses menggunakan 5% formalin, e) mengeringkan sampel pakan dan feses ke dalam oven pada suhu 60⁰C.

Tahap terakhir dilakukan pematangan ternak sapi dan diambil 25% dari jumlah sapi untuk dilakukan sebagai sampel yang digunakan untuk analisa kadar kolesterol, kadar lemak dan kadar asam-asam lemak, serta angka peroksida dan bilangan TBA (Asam thiobarbiturat).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kandungan Protein Kasar pada Bahan Limbah Pasar Organik

Penetapan kadar protein kasar pada limbah pasar dilakukan sebanyak 4 kali yaitu pada fermentasi hari ke 0, hari ke-1,5, hari ke-3 dan hari ke 4,5, masing-masing di ulang 3 kali.

Data hasil pengamatan kadar protein kasar dari 12 sampel yang diambil secara acak pada masing-masing perlakuan. Dari hasil analisis data menunjukkan bahwa rata-rata tertinggi kadar protein kasar diperoleh pada perlakuan fermentasi hari ke 3 yaitu sebesar 6,80 persen, sedangkan rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan fermentasi ke 0 yaitu sebesar 5,20 persen. Lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan kadar protein kasar pada limbah pasar yang difermentasi

Peubah yang diukur	F ₀	F _{1,5}	F ₃	F _{4,5}
Kadar protein kasar limbah pasar (%)	5,20 ^a	5,24 ^a	6,80 ^b	4,60 ^a

Keterangan:

F₀ = Lama fermentasi ke 0 hari

F_{1,5} = Lama fermentasi ke 1,5 hari

F₃ = Lama fermentasi ke 3 hari

F_{4,5} = Lama fermentasi ke 4,5 hari

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein kasar (Tabel 6). Untuk mengetahui besarnya perbedaan pengaruh pada masing-masing perlakuan, dilanjutkan dengan uji ortogonal kontras. Perlakuan lama fermentasi hari ke-3 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dibanding perlakuan lama fermentasi hari ke-0, ke 1,5 dan ke 4,5. Selama proses fermentasi terjadi peningkatan rata-rata kadar protein kasar dari 5,20% hari ke-0 menjadi 6,80% pada hari ke-3. Pada awal fermentasi jamur benang mengawali aktivitasnya dengan perkecambahan dari spora (*log fase*).

Pada keadaan awal yang mengalami perubahan pertama kali adalah komponen protein. Protein dalam sel mengalami aktivasi sehingga enzim mulai aktif. Setelah organ tubuh berfungsi maka makanan dari substrat, yang biasanya gula sederhana (glukosa) dimanfaatkan untuk tenaga pertumbuhan. Selanjutnya jamur benang mulai mensintesis enzim untuk memecah komponen yang lebih kompleks misalnya pati, lemak dan protein. Para peneliti terdahulu menyatakan bahwa kadar protein kasar proporsinya menjadi lebih besar karena laju perombakan protein berjalan lebih lambat dibanding laju perombakan kadar makro nutrien yang lain.

Judoamijoyo, et.al (1992) menyatakan bahwa meningkatnya kadar protein kasar karena adanya peningkatan kandungan protein selama fermentasi, hal ini terjadi karena ada penambahan protein yang dihasilkan oleh kapang (jamur benang). Meningkatnya kadar protein terjadi karena ada aktivitas enzim yang dihasilkan oleh jamur yang mampu merombak zat-zat makanan terutama protein.

Winarno dan Fardiaz (1973) menyatakan bahwa bahan makanan yang telah terjadi karena adanya enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme. Yuniah (1996) menyatakan bahwa meningkatnya kadar protein kasar karena ada aktivitas enzim merombak pati sehingga komposisi kimia bahan berubah (karbohidrat dan lemak) menjadi rendah.

Kadar protein kasar pada hari ke 4,5 mengalami penurunan menjadi 4,06%. Hal ini terjadi karena sejak awal fermentasi jumlah sel (populasi) jamur benang terus meningkat sedangkan jumlah bahan makanan yang berasal dari substrat terus berkurang. Pada hari ke 3 populasi jamur benang pada titik yang maksimum (fase stasioner), yang mana seluruh sel dapat tercukupi kebutuhan makanannya. Pada fase tersebut jumlah enzim mencapai titik maksimum sehingga diperoleh fermentasi yang maksimum. Setelah fermentasi sampai hari ke 4,5 populasi jamur benang menurun, hal ini karena terjadi perebutan bahan makanan yang semakin berkurang sehingga jamur yang tidak mampu bersaing mengalami kematian. Keadaan ini mengakibatkan jumlah enzim menjadi berkurang.

b. Kadar Kolesterol Daging Sapi Simental

Kadar kolesterol daging sapi yang terendah pada perlakuan P₄ yakni 113,80%, sedangkan yang tertinggi pada perlakuan P₀ yakni 141,107%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar kolesterol daging sapi. Dari uji lanjut orthogonal kontras terlihat bahwa kadar kolesterol daging sapi pada P₀, P₁ dan P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. Selanjutnya P₁ dan P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄, sedangkan P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄.

Tabel 8. Rataan kadar kolesterol, kadar LDL dan HDL serta kadar lemak daging sapi

Peubah yang diukur	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Kadar kolesterol daging sapi (%)	141,10 ^a	140,90 ^a	131,0 ^a	114,20 ^b	113,80 ^b
Kadar lemak daging sapi (%)	4,55 ^a	4,65 ^a	4,60 ^a	4,20 ^b	4,10 ^b
Kadar LDL daging sapi (mg/dl)	42,05 ^a	41,90 ^a	41,80 ^a	35,80 ^b	35,80 ^b
Kadar HDL daging sapi (mg/dl)	57,95 ^a	58,10 ^a	58,20 ^a	64,30 ^b	64,20 ^b

Ket : Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$)

P₀ = Ransum kontrol,

P₁ = P₀ + 15% limbah pasar terfermentasi untuk mengganti hijauan dalam ransum,

P₂ = P₁ + L-karnitin 250 ppm dalam ransum,

P₃ = P₁ + Sabun terproteksi berisi minyak ikan tuna sebesar 4% dalam ransum,

P₄ = P₁ + Sabun terproteksi berisi minyak ikan lemuru sebesar 4% dalam ransum.

Kadar kolesterol daging sapi yang ditambah L-karnitin (P₂) dapat mengalami penurunan bila dibanding pada P₀ dan P₁ hal ini sejalan dengan pendapat (Sudibya, et.al, 2010) yang menyatakan bahwa suplementasi L-karnitin dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol daging sapi, hal ini sejalan dengan pendapat Owen, et.al (1996) bahwa suplementasi L-karnitin berfungsi antara lain dapat menurunkan kandungan kolesterol dalam produk.

Selain itu penambahan sabun terproteksi dari minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru dapat menurunkan kandungan kolesterol daging sapi terlihat pada P₃ dan P₄, hal ini sependapat dengan Sutardi (1998) dalam Sudibya, et.al (2006; 2007; 2010) bahwa kadar kolesterol dalam daging sapi potong dan daging kambing serta air susu sapi perah dapat turun akibat transfer asam lemak omega-3, hal ini dapat dijelaskan bahwa asam lemak omega-3 berfungsi merangsang katabolisme kolesterol oleh HDL ke hati kembali menjadi asam empedu dan tidak diregenerasi lagi namun dikeluarkan bersama ekskreta, sehingga kandungan kolesterol dalam ekskreta meningkat akibat lebih lanjut kadar kolesterol yang terdeposisi di dalam daging sapi berkurang. Selanjutnya P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄, hal ini disebabkan oleh kandungan sabun terproteksi asam lemak tak jenuh antara minyak ikan lemuru dengan minyak ikan tuna yang relatif sama sehingga pengaruhnya nampak berbeda tidak nyata.

c. Kadar Lemak Daging Sapi

Berikut ini disajikan kadar lemak daging domba seperti terlihat pada Tabel 8. Kadar lemak daging sapi yang terendah pada perlakuan P₄ yakni 4,10%, sedangkan yang tertinggi pada perlakuan P₀ yakni 4,55%.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan sabun suplementasi minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak daging sapi simental. Dari uji lanjut orthogonal kontras terlihat bahwa kadar lemak daging sapi pada P₀ dan P₁ berbeda sangat nyata dengan P₂, P₃ dan P₄. Selanjutnya P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄, sedangkan P₀ berbeda tidak nyata dengan P₁ dan P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄. Kadar lemak daging sapi yang ditambah L-karnitin (P₂) mengalami penurunan bila dibanding pada P₀ dan P₁ hal ini sejalan dengan pendapat (Owen, et.al, 1996) yang menyatakan bahwa suplementasi L-karnitin dapat digunakan untuk menurunkan kadar lemak pada suatu produk. Pada penelitian ini suplementasi sabun minyak ikan lemuru dan minyak ikan tuna terproteksi dapat menurunkan kandungan lemak daging sapi, terbukti pada P₃ dan P₄, hal ini karena kedua minyak ikan tersebut mengandung asam lemak tak jenuh. Selanjutnya P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄, hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak ikan lemuru dengan minyak ikan tuna yang relatif sama sehingga pengaruhnya tidak nampak berbeda.

d. Kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) Daging Sapi Simental

Kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) daging sapi yang menunjukkan angka tertinggi pada perlakuan P₀ yakni 42,05 mg/dl sedangkan angka yang terendah pada perlakuan P₄ yakni 35,80 mg/dl. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi sabun minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar LDL daging sapi. Dari uji lanjut orthogonal kontras terlihat bahwa kadar LDL daging sapi pada P₀, P₁ dan P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. Selanjutnya P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄, serta P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄. Namun P₀ berbeda tidak nyata dengan P₁ dan P₂ serta P₁ juga berbeda tidak nyata dengan P₂.

Kadar LDL daging sapi yang ditambah L-karnitin (P₂) mengalami sapi penurunan bila dibanding pada P₀ dan P₁ hal ini sejalan dengan pendapat (Owen, et.al,

1996) yang menyatakan bahwa suplementasi L-karnitin dapat digunakan untuk menurunkan kadar LDL karena L-karnitin mampu menurunkan kandungan kolesterol padahal LDL adalah bagian dari kolesterol. Selain itu suplementasi sabun minyak ikan lemuru dan minyak ikan tuna terproteksi dapat menurunkan kandungan LDL daging sapi, terbukti pada P₃ dan P₄, hal ini karena kedua minyak ikan tersebut mengandung asam lemak tak jenuh. Selanjutnya P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄, hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak tak jenuh pada sabun terproteksi minyak ikan lemuru dengan minyak ikan tuna yang relatif sama sehingga pengaruhnya tidak nampak berbeda.

Selain itu suplementasi sabun minyak ikan terproteksi dapat menurunkan kandungan LDL daging sapi, hal ini sependapat dengan Komari (1994) dan Layne, et.al, Sinclair (1996) serta Sudibya, et.al (2009) yang menyatakan bahwa penambahan ekstrak asam lemak tak jenuh mampu menurunkan kadar LDL pada hewan percobaan.

e. Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) Daging Sapi Simental

Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) daging domba yang menunjukkan angka terendah pada perlakuan P₀ yakni 57,95 mg/dl sedangkan angka yang tertinggi pada perlakuan P₄ yakni 64,20 mg/dl.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi sabun minyak ikan terproteksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar HDL daging sapi. Dari uji lanjut orthogonal kontras terlihat bahwa kadar HDL daging sapi pada P₀, P₁ dan P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. Selanjutnya P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. Namun P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄.

Kadar HDL daging sapi yang ditambah L-karnitin (P₂) mengalami kenaikan bila dibanding pada P₀ dan P₁ hal ini sejalan dengan pendapat (Owen, et.al, 1996) yang menyatakan bahwa suplementasi L-karnitin dapat digunakan untuk meningkatkan kadar HDL karena HDL adalah bagian dari kolesterol.

Selain itu suplementasi sabun minyak ikan lemuru dan minyak ikan tuna terproteksi dapat meningkatkan kandungan HDL daging sapi, terbukti pada P₃ dan P₄, hal ini karena kedua sabun terproteksi dari minyak ikan tersebut mengandung asam lemak tak jenuh. Selanjutnya P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄, hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak tak jenuh pada sabun terproteksi antara minyak ikan lemuru

dengan minyak ikan tuna yang relatif sama sehingga pengaruhnya tidak nampak berbeda.

Selain itu suplementasi sabun minyak ikan terproteksi dapat menaikkan kandungan HDL daging sapi, hal ini sependapat dengan Komari (1994) dan Layne, et.al, serta Sinclair (1996) serta Sudibya, et.al (2009) yang menyatakan bahwa penambahan ekstrak asam lemak tak jenuh mampu menaikkan kadar HDL dalam produk hewan percobaan.

f. Kadar Asam Lemak Omega-3 (Linolenat) dalam Daging Sapi

Kadar asam lemak omega-3 yang tertinggi pada perlakuan P₄ yakni 6,46% sedangkan yang terendah pada perlakuan P₀ yakni 4,85%. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi sabun minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar asam lemak omega-3 daging sapi. Dari uji lanjut orthogonal kontras terlihat bahwa kadar asam lemak omega daging sapi pada P₀, P₁ dan P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. Selanjutnya P₂ berbeda sangat nyata dengan P₃ dan P₄. Namun P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄.

Kadar asam lemak omega-3 yang ditambah L-karnitin (P₂) tidak mengalami kenaikan bila dibanding pada P₀ dan P₁ hal ini sejalan dengan pendapat (Owen, et.al, 1996) yang menyatakan bahwa suplementasi L-karnitin tidak dapat digunakan untuk meningkatkan kadar asam lemak omega-3 karena L-karnitin sendiri tidak mengandung asam lemak omega-3.

Tabel 9. Rataan kadar asam lemak omega-3 pada daging sapi simental

Peubah yang diukur	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Kadar asam lemak omega-3 (%)	4,85 ^a	4,96 ^a	4,80 ^a	6,28 ^b	6,46 ^b

Ket : Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Penambahan sabun minyak ikan lemuru dan minyak ikan tuna terproteksi dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 daging sapi, terbukti pada P₃ dan P₄, hal ini karena kedua sabun minyak ikan terproteksi tersebut mengandung asam lemak tak

jenuh. Selanjutnya P₃ berbeda tidak nyata dengan P₄, hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak ikan lemuru dengan minyak ikan tuna yang relatif sama sehingga pengaruhnya tidak nampak berbeda.

Selain itu suplementasi sabun minyak ikan terproteksi dapat menaikkan kandungan asam lemak omega-3, hal ini dapat dijelaskan selain minyak sebagai sumber energi juga dapat sebagai sumber asam lemak tak jenuh sehingga mampu menaikkan kadar asam lemak omega-3 dalam daging domba. Hal ini sejalan dengan pendapat Suarez, et al (1996) yang menyatakan bahwa suplementasi omega-3 pada ransum berpengaruh terhadap konsentrasi asam lemak omega-3 pada jaringan tubuh. Selanjutnya bila dibandingkan penelitian Sudibya, et.al (2006;2007) yang menyatakan bahwa kandungan asam lemak omega-3 pada daging sapi potong yang disuplementasi dengan minyak ikan lemuru sebesar 5,92% dan pada daging kambing sebesar 5,96%, maka pada penelitian ini nilainya diatas sedikit lebih tinggi namun masih dalam batas normal.

Sampai saat ini yang menjadi pertimbangan para ahli biasanya nisbah antara asam lemak omega-3 dan omega-6. Pada penelitian ini ternyata mempunyai perbandingan 7,123% (1) dengan 36,267 % (5,0). Hal ini didukung oleh Newton (1996) bahwa rekomendasi dari WHO dan FAO mempunyai nisbah omega-3 dan omega-6 sebesar 1:5.

KESIMPULAN

Pertama, teknologi fermentasi dengan ragi tape pada limbah pasar organik dengan waktu peram hari ke-3 dapat meningkatkan kandungan protein kasar dari 3,56% menjadi 5,20%.

Kedua, suplementasi sabun minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi hingga level 4% dalam ransum yang berbahan limbah pasar organik terfermentasi serta mengandung L-karnitin 250 ppm mampu menurunkan kadar kolesterol daging sapi simental dari 141,10% menjadi 113,80% dan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) dari 42,05 mg/dl hingga 35,80 mg/dl serta kadar lemak daging dari 4,55% menjadi 4,20%. Selanjutnya mampu meningkatkan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) daging sapi dari 57,95 mg/dl menjadi 64,20 mg/dl.

Ketiga, suplementasi sabun minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi hingga level 4% dalam ransum sapi yang berbahan baku limbah pasar organik terfermentasi serta mengandung L-karnitin 250 ppm mampu meningkatkan kadar asam lemak omega-3 daging sapi dari 4,85% menjadi 6,46%. Selanjutnya mampu meningkatkan kadar EPA (*Eikosapentaenoat*) dari 2,49% menjadi 3,22% dan DHA (*Dokosaheksaenoat*) dari 1,95% menjadi 2,67%. Peningkatan tersebut diikuti dengan turunnya kadar asam lemak jenuh daging sapi mulai 37,60% hingga 29,78%.

Keempat, suplementasi sabun minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi hingga level 4% dalam ransum sapi yang berbahan baku limbah pasar organik terfermentasi serta mengandung L-karnitin 250 ppm mampu meningkatkan angka peroksida dari 0,1309 menjadi 0,2504 miliequivalen/kg dan bilangan TBA mulai 1,3037 hingga 1,6257 mg/kg dalam daging sapi.

IMPLIKASI

Suplementasi sabun minyak ikan tuna dan minyak ikan lemuru terproteksi hingga level 4% dapat dilakukan dalam ransum sapi yang berbahan baku limbah pasar organik terfermentasi serta mengandung L-karnitin 250 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1980. "Lipid Properties and Stability of Partially Defatted Peanuts". Dissertation Doctor. University of Illinois at Urbana. Champaign.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati dan S. Budiyanto, 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB Bogor.
- Assman, G. 1982. *Lipid metabolism and Atherosclerosis Schattaver*. Verlag Stuttgart.
- Beltran, A. and A. Moral. 1991. "Changes im Fatty Acid Composition of Fresh and Frozen Sardine (*Sardina pilchardus W*) During Smoking. *Food Chemistry*. 42:99-109.
- Bray, D.L., and G.M. Briggs. 1980. "Carnitine" in R. Goodhart and M. Shills eds. *Modern Nutritions in Health and Deseases*. Lea and Febiger. Philadelphia. Pp.291-293.

- Cherian, G. and J.S. Sim. 1992. Preferential Accumulation of n-3 fatty acids in the brain of chicks from eggs enriched with n-3 fatty acids. *Poult.Sci.*71:1658-1668.
- Chillard, Y. 1993. Dietary Fat and Adipose Tissue Metabolism in Ruminant, Pigs and Rodents: a Review. *J. Dairy Sci.* 76:3897-3931.
- Czerkawski, J.W. and J.C. Clapperton, 1984. Fats and Energy-yielding Coumpounds in The Ruminant Diet. In *Fat in Animal Nutrition*. Ed. *J Wiseman Butterworths*, Boston, MA. pp:249-263.
- Cry, D.M., S.G. Edan, C.M. Brini and G.C. Trenblay. 1991. On the mechanism of inhibition of gluconeogenesis and ureagenesis by sodium benzoate. *Biochem Pharmacol.* 42:645.
- Direktorat Jenderal Perikanan. 1982. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Feller, A.G., and D. Rudman. 1988. Role of Carnitine in Human Nutrition. *J. Nutr.* 118:541-547.
- Hunter, J.E. 1987. PUFA and eicosanoid research. *J.Am.Oil.Chem.Soc.* 64(8):1088-1092.
- Igene, J.O. and A.M. Pearson, 1979. Role of Phospholipids and Triglycerides in Warmed Over Flavour Developmentt in Meat System. *J. Food Sci.* 44:1285.
- Kasmidjo, R B. 1989. Tempe. Kursus Singkat Fermentasi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Kempen, T.A., T.G. Van and J. Odle. 1995. Carnitine effects octanoat oxidation to carbondioxide and dicarboxylic acids in colostrum-deprived piglets : In vivo analysis of mechanisms involved based on CoA and carnitine ester profiles. *J. Nutr.* 125 : 238-250.
- Kinsella, J.E.B. Lokesh and R.A. Stone. 1990. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease possible mechanism. *Am.J.Clin.Nutr.*2:28
- Kleiner, I.S., and L.B. Dotti. 1962. *Laboratory Instruction in Biochemistry*. Sixth edition. The C.V. Mosby Company. New York.
- Lin, D.S. and W.E. Connor. 1990. Are the n-3 fatty acids from dietary fish oil deposited in the triglyceride storoges of adipose tissue. *Am.J.Clin.Nutr.*51:535-539.
- Montgomery, M. Dryer, R.L. Conway, T.W and A.A. Speator. 1993. *Biokimia: Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus*. Jilid 2. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Nawar, W.W. 1985. *Lipids*. Ed: Fennema. Food Chemistry. Marcell Dekker. Inc. New York.

- Newton, I.S. 1996. Food enrichment with long-chain n-3 PUFA. *INFORM* 7:169-171.
- Owen, K.Q., T.L. Weeden, J.L. Nelssen, S.A. Blum and R.D. Goodband, 1993. The effect of L-carnitine addition on performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* :62
- Owen, J.L. Nelssen, R.D. Goodband, T.L. Weeden and S.A. Blum. 1996. Effect of L-carnitine and soybean oil growth performance and body composition of early weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 74:1612-1619.
- Owen, L.H. Kim and C.S. Kim. 1997. The role of L-carnitine in Swine Nutrition and Metabolism. Kor. *J. Anim. Nutr. Feed.* 21 (1):41-58.
- Sardesai, V.M. 1992. Nutritional role of polyunsaturated fatty acids. *J. Nutr. Biochem.* 3:154-166.
- Septiana, A.T., P. Yuwono, T. Setyowati dan T. Widyastuti. 1997. *Pengaruh Pembakaran Daging Kambing, Ayam dan Itik pada Pembuatan Sate terhadap Pembentukan Produk Oksidasi Lemak*. Laporan Hasil Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Simopoulos, A.P. 1989. Summary of the NATO advanced research workshop on dietary ω -3 and ω -6 fatty acids: Biological effects and nutritional essentials. *Am. inst. of nutr.* 22:521-527.
- Soeparno. 1994. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Inc. New York. Toronto. London.
- Suarez, A. M.D.C. Ramires, M.J. Faus and A. Gil. 1996. Dietary long-chain polyunsaturated fatty acids influence tissue fatty acid composition in rats at weaning. *J. Nutr.* 126:887-897.
- Sudibya. 1998. *Manipulasi Kadar Kolesterol dan Asam Lemak Omega-3 Telur Ayam Melalui Penggunaan Kepala Udang dan Minyak Ikan Lemuru*. Disertasi Program Pasca Sarjana IPB Bogor.
- Sudibya, Suparwi, T.R. Sutardi, H. Soeprapto dan Y. Dwi. 2003. *Produksi Daging Sapi Rendah Kolesterol Yang Kaya Asam Lemak Omega-3 dan Pupuk Organik dengan EM-4 Di Kelompok Martini Indah di Kabupaten Purwodadi*. Proyek Pengembangan dan Peningkatan Kemampuan Teknologi Proyek Program Iptekda VI. LIPI. Jakarta. Lembaga Penelitian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.
- Sudibya, D. Prabowo dan Hartoko. 2004. Suplementasi Enzim Selulase dan Ekstrak Asam Lemak Tak Jenuh dalam Ransum Dasar terhadap Kualitas dan Kuantitas Asam Lemak Tak Jenuh Telur. *Journal Ilmiah*. Lembaga Penelitian Unsoed. No.2 Vol. XXX. Edisi Juli Tahun 2004.