

SKRIPSI

**POTENSI SUSU KUDA TERHADAP KADAR KOLESTEROL
TOTAL DAN TRIGLISERIDA SERUM DARAH
TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) PADA
KONDISI DIET TINGGI LEMAK**



Oleh :

YHUNI ISMHAWATI
KEDIRI - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2001**

**POTENSI SUSU KUDA TERHADAP KADAR KOLESTEROL
TOTAL DAN TRIGLISERIDA SERUM DARAH
TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) PADA
KONDISI DIET TINGGI LEMAK**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Hewan

pada

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

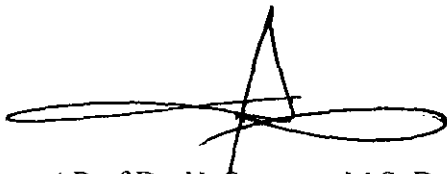
Oleh :

YHUNI ISMHAWATI

069612355

Menyetujui

Komisi Pembimbing



(Prof. Dr. H. Sarmanu, M.S., Drh)

Pembimbing Pertama



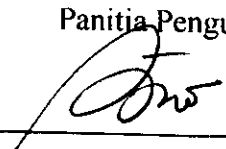
(Ir. Kismiyati, M.Si)

Pembimbing Kedua


Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh – sungguh, kami berpendapat bahwa tulisan ini baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai skripsi untuk memperoleh gelar **SARJANA KEDOKTERAN HEWAN**.

Menyetujui

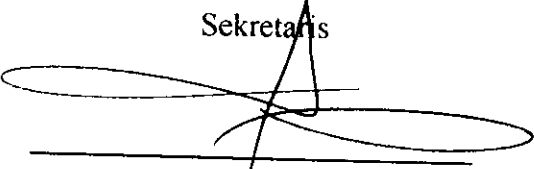
Panitia Penguji,


E. Birno Aksono H.P., M.Kes. Drh.

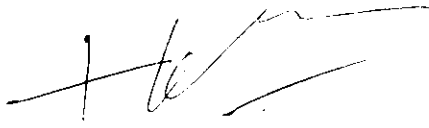
Ketua


Retno Sri Wahyuni, M. S., Drh.

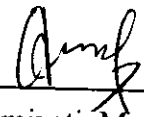
Sekretaris


Prof. Dr. H. Sarmanu, M. S., Drh.

Anggota

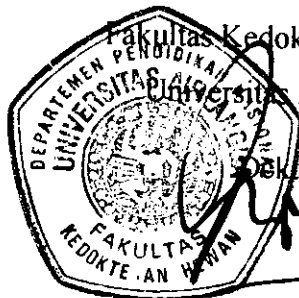

Mustofa Helmi E, DTAPH., Drh.

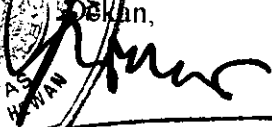
Anggota


Ir. Kismiyati, M. Si.

Anggota

Surabaya, 27 Maret 2001




Dr. Ismudiono, M. S., Drh.

NIP. 130687297

**POTENSI SUSU KUDA TERHADAP KADAR KOLESTEROL
TOTAL dan TRIGLISERIDA SERUM DARAH
TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) PADA
KONDISI DIET TINGGI LEMAK**

Yhuni Ismhawati

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian susu kuda terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak.

Sebagai hewan coba digunakan 20 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan, umur 2-3 bulan dengan berat badan 100-200 gram, diberikan makanan tinggi lemak selama satu bulan. Rancangan percobaan yang dipergunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, tiap perlakuan terdiri dari lima ulangan. Data dianalisis menggunakan Analisis Ragam (Uji F) yang dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%.

Susu kuda diberikan dengan *feeding tube* no. 8 sesuai perlakuan. Pada perlakuan 0 (P0) sebagai kontrol, tanpa pemberian susu kuda, perlakuan 1 (P1) pemberian susu kuda dengan dosis 6 ml/ ekor/ hari, perlakuan 2 (P2) dengan dosis 3 ml/ ekor/ hari, perlakuan 3 (P3) dengan dosis 1,5 ml/ ekor/ hari. Pemeriksaan kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah dilakukan setelah pengkondisian tinggi lemak selama satu bulan dan setelah akhir perlakuan selama satu bulan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian susu kuda terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas rahmat yang dilimpahkan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Tak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan untuk Rasullulah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan orang-orang yang selalu mengikuti jalannya.

Dengan rasa hormat, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. H. Sarmanu, M. S., Drh. selaku pembimbing pertama dan Ir. Kismiyati, M. Si. selaku pembimbing kedua yang senantiasa bersedia memberikan bimbingan, saran, kritik dan nasehat yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran Hewan, Unair Dr. Ismudiono, M. S., Drh., atas bantuan moral dan material serta kesempatan yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Unair, Kepala Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Kedokteran Hewan Unair dan Kepala Balai Laboratorium Kesehatan Surabaya atas kesempatan dan sarana yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.

Ucapan terima kasih ini juga ditujukan kepada Ibu A. M. Lusiastuti, M. Si., Drh. Bapak E. Bimo Aksono H.P., M. Kes. Drh., serta Bapak Heri yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

Kepada Bapak dan Ibu tercinta serta saudara-saudaraku Evi, Wawan, rasa terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan atas kasih sayang, dorongan semangat dan do'a restunya selama pendidikan sampai berakhir.

Kepada teman-temanku S1 angkatan '96 serta saudara-saudaraku tercinta di Sie Kerohanian Islam FKH Unair yang banyak memberikan semangat dan do'a, jazzakillah atas semuanya.

Akhirnya kepada semua pihak yang tak sempat disebutkan diatas, penulis ucapkan terima kasih atas bantuan dan perhatiannya.

Semoga segala amal baik tersebut mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

KATA PENGANTAR

Susu kuda yang saat ini marak diperbincangkan, memang mempunyai sejumlah khasiat dengan catatan perlu dilakukan penelitian yang lebih intensif. Salah satu diantara khasiatnya adalah sebagai alternatif terapi untuk penderita hiperlipidemia. Hiperlipidemia adalah suatu keadaan yang sangat erat hubungannya dengan kejadian penyakit jantung koroner dan aterosklerosis. Susu kuda mempunyai rangkaian asam lemak tak jenuh rantai panjang (PUFA) yang menurut beberapa peneliti dapat menurunkan kejadian penyakit jantung koroner.

Serangkaian percobaan, berupa pemberian susu kuda pada tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga perlu diadakannya penelitian-penelitian lebih lanjut. Walau demikian, semoga hasil yang tertuang dalam skripsi ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Surabaya, Maret 2001

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Landasan Teori.....	4
1.4. Hipotesis Penelitian.....	5
1.5. Tujuan Penelitian.....	5
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tinjauan Gizi Susu Kuda.....	6
2.2. Lemak Susu.....	8

2.3. Metabolisme Lemak Non Ruminansia (Kuda).....	9
2.4. Peranan PUFA (<i>Polyunsaturated Fatty Acid</i>)	11
2.5. Kolesterol	12
2.5.1. Metabolisme Kolesterol.....	13
2.5.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kolesterol.....	16
2.6. Trigliserida.....	17
2.6.1. Metabolisme Trigliserida.....	19
2.6.2. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kadar Trigliserida.....	22
2.7. Hubungan Kolesterol dan Trigliserida dengan Penyakit Jantung Koroner dan Atherosklerosis.....	23
BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2. Materi Penelitian.....	25
3.2.1. Alat.....	25
3.2.2. Bahan.....	26
3.3. Metode Penelitian.....	27
3.3.1. Penentuan Dosis Hewan Coba.....	27
3.3.2. Persiapan Hewan Coba.....	28
3.3.3. Perlakuan Hewan Coba.....	30
3.3.4. Peubah yang Diamati.....	30
3.4. Teknik Analisis Data.....	30

BAB IV	HASIL PENELITIAN.....	31
	4.1. Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total.....	31
	4.2. Pemeriksaan Kadar Trigliserida.....	32
BAB V	PEMBAHASAN.....	34
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
	6.1. Kesimpulan.....	40
	6.2. Saran.....	40
	RINGKASAN.....	41
	DAFTAR PUSTAKA.....	44
	LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Komposisi Nutrisi dari ASI, Susu Kuda, dan Susu Sapi.....	7
2.	Komposisi Asam Lemak Cadangan pada Beberapa Hewan.....	11
3.	Komposisi Bahan Pakan Tinggi Lemak.....	26
4.	Konversi Melalui Tabel Faktor Konversi.....	28
5.	Rata-rata Kadar Kolesterol Total Serum Darah Tikus Putih dengan Diet Tinggi Lemak setelah diberi Susu Kuda	31
6.	Rata-rata Kadar Trigliserida Serum Darah Tikus Putih dengan Diet Tinggi Lemak setelah diberi Susu Kuda.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Struktur Kimia Kolesterol	13
2.	Struktur Kimia Trigliserida	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tahapan Cara Pembuatan Pakan Buatan Bentuk Pellet.....	49
2. Pengambilan Sampel Darah	51
3. Metode Pemeriksaan Kolesterol Total.....	52
4. Metode Pemeriksaan Trigliserida.....	54
5. Nilai Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total dan Trigliserida Serum Darah setelah diberi Diet Tinggi Lemak.....	56
6. Nilai Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total dan Trigliserida Serum Darah Tikus Putih dengan Diet Tinggi Lemak setelah diberi Susu Kuda.....	57
7. Hasil Analisis Data Kolesterol Total Serum Darah Tikus Putih.....	58
8. Hasil Beda Nyata Terkecil Kadar Kolesterol Total Serum Darah Tikus Putih.....	60
9. Hasil Analisis Data Kadar Trigliserida Serum darah Tikus Putih.....	61
10. Hasil Beda Nyata Terkecil Kadar Trigliserida Serum Darah Tikus Putih..	63
11. Bagan Metabolisme Lemak Non Ruminansia.....	64
12. Bagan Metabolisme Kolesterol.....	65
13. Bagan Metabolisme Trigliserida.....	66

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit Jantung Koroner masih menjadi penyebab utama kematian di dunia (Mulyadi dan Irawan, 1998). Penyakit Jantung Koroner (PJK) merupakan penyakit resiko tinggi bagi orang yang kadar kolesterol didalam serum darah dan tekanan darahnya tinggi (Sumartono, 1995).

Faktor – faktor resiko yang dapat menyebabkan penyakit jantung koroner menurut Brewer (1995), adalah : jenis kelamin, faktor genetik, kebiasaan merokok, tekanan darah yang tidak terkontrol, diet tinggi lemak, kegemukan, level *Low Dencity Lipoprotein* (LDL) yang tinggi, olah raga yang tidak teratur, dan kontrol diabet yang rendah.

Upaya penurunan kadar lemak biasanya dilakukan dengan diet seperti menghindari makanan berlemak, kolesterol tinggi, garam yang berlebihan serta berolah raga secara teratur dan menghindari rokok (Hanafiah, 1991). Bila usaha ini tidak berhasil, biasanya digunakan obat–obatan yang dapat menurunkan kadar lemak dalam darah. Pada saat sekarang masyarakat lebih cenderung memilih pengobatan tradisional dibanding obat-obatan modern. Salah satu pengobatan tradisional yang saat ini banyak diminati masyarakat untuk mengatasi tingginya kadar lemak darah adalah susu kuda.

Kuda adalah hewan yang saat ini masih dianggap masyarakat sebagai lambang kekuatan, ketangkasan dan kegagahan. Ada yang telanjur menjadikan mitos dengan menyatakan bahwa kuda mempunyai khasiat yang ajaib. Kenyataan ini menyebabkan produk yang dihasilkan oleh kuda (susu kuda), juga diyakini memiliki khasiat yang ajaib yaitu sebagai obat kuat dan alternatif pengobatan berbagai macam penyakit.

Susu kuda mempunyai kandungan asam lemak tak jenuh ganda *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA) yang cukup tinggi (Jacob, 1993). Adanya PUFA pada susu kuda dapat digunakan sebagai bahan yang dapat menurunkan kadar lemak darah. Montgomery, *et al.* (1993) menyatakan bahwa makanan yang mengandung PUFA dapat digunakan untuk menaikkan metabolisme kolesterol. Sitepoe (1993), juga menyatakan bahwa salah satu usaha untuk menurunkan kadar lemak darah adalah dengan mengkonsumsi makanan yang berkolesterol rendah.

Kuda di Indonesia lebih banyak dipelihara untuk diambil tenaganya dibanding diambil susunya, oleh karena itu susu kuda sulit dicari. Tetapi di Mongolia dan Eropa Timur, kuda merupakan ternak utama. Satu abad yang lalu khasiat susu kuda sudah diketahui, yaitu sebagai minuman sehari-hari dan dipakai sebagai pengobatan. Di Rusia pada tahun 1889 susu kuda diolah dengan cara fermentasi dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus lactis*, dan *Torula sp.* Bahan ini yang dikenal sebagai *koumiss* untuk terapi penyakit TBC, kardiovaskuler, avitaminosis, anemia, alat pencernaan, liver, dan ginjal (Ratri, 1998).

Susu kuda dipercaya konsumen untuk menyembuhkan berbagai penyakit seperti kanker darah, hiperkolesterolemia, gagal ginjal, stroke, jantung kronis, dan sebagai obat kuat. Kepercayaan konsumen ini didukung oleh gencarnya iklan di beberapa radio swasta dan media cetak (Republika, 1998).

Analisa komposisi susu kuda Sumbawa oleh Sudarwanto, dkk. (1998) yang menggunakan 12 sampel susu kuda asal Sumbawa baik secara langsung dibawa dari Bima maupun dari agen penjualnya di Bogor, Bandung, Jakarta serta dari Asosiasi Produsen dan Distributor Susu Kuda Sumbawa (ASKUBA) yang memperlihatkan derajat keasaman yang sangat tinggi (pH 2,71-4,50) dibanding dengan pH standar susu kuda segar (6,77-6,87). Derajat asam yang tinggi pada susu kuda menyebabkan rasa susu kuda menjadi asam dan baunya tajam, keadaan ini mirip dengan rasa dan bau yogurt.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah apakah pemberian susu kuda mempunyai pengaruh terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak.

1.3. Landasan Teori

Jacob (1993), menyatakan bahwa pada susu kuda mengandung asam lemak tak jenuh rantai panjang (*Polyunsaturated Fatty Acid* : PUFA) yang cukup tinggi. Brewer (1995), menyatakan bahwa salah satu cara untuk menurunkan kadar kolesterol darah yang tinggi yaitu dengan mengkonsumsi lemak PUFA. PUFA dalam susu kuda menurut Prawirokusumo (1994), kemungkinan besar adalah asam linoleat dan asam linolenat, karena kedua asam lemak tak jenuh ini merupakan cadangan asam lemak paling besar pada kuda. Diketahui bahwa asam linolenat adalah salah satu asam lemak Omega – 3 selain *Eikosapentanoic Acid* (EPA) dan *Docosahexaenoic Acid* (DHA).

PUFA mampu menurunkan kadar kolesterol darah melalui ekskresi dan peroksidasi kolesterol menjadi asam empedu (Prasetyo dan Udadi, 1999) sehingga dapat meningkatkan pengeluaran lemak pada feses (Hendromartono, 1990).

Pemberian PUFA menurut Wilson *et al.* (1990), dapat menghambat aktivitas enzim lipogenesis, yang dapat menyebabkan penurunan sintesis asam lemak di hepar.

Apabila sintesis asam lemak dihambat maka akan terjadi hambatan pada sintesis trigliserida, karena asam lemak merupakan bahan yang diperlukan untuk membentuk Asil-koA. Sedangkan Asil-koA merupakan bahan baku yang diperlukan untuk sintesis trigliserida (Mayes, 1995).

1.4. Hipotesis penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa pemberian susu kuda mempunyai pengaruh terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak.

1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian susu kuda terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah memberikan informasi dan bukti kepada masyarakat mengenai pengaruh pemberian susu kuda sebagai obat alternatif, terutama sebagai penurun kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Gizi Susu Kuda

Susu kuda mempunyai komposisi yang lebih mendekati Air Susu Ibu (ASI) jika dibandingkan dengan susu sapi. Susu kuda banyak mengandung globulin dan sering digunakan untuk perawatan penderita paru-paru seperti *Tuberculosis* (Jacoeb, 1993).

Susu kuda bila dibandingkan dengan ASI atau susu dari jenis ternak lainnya mempunyai kadar lemak yang paling rendah (Tabel 1). Susu kambing dan susu kerbau yang beredar di masyarakat memiliki kadar lemak jauh lebih tinggi yaitu 43 g/kg dan 75 g/kg. Lemak susu secara umum terdiri dari 67% bersifat jenuh, 23% bersifat tak jenuh (Sindoeredjo, 1996). Lemak pada susu kuda lebih banyak mengandung lemak tak jenuh, yang tersusun dari asam-asam lemak tak jenuh rantai panjang (*Polyunsaturated Fatty Acid*) yaitu asam linoleat dan asam linolenat (Prawirokusumo, 1994).

Montgomery, *et al.* (1993) menyatakan bahwa bahan makanan yang mengandung asam lemak tidak jenuh rantai panjang dalam jumlah besar dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol yang tinggi dalam darah. Menurut Jacoeb (1993), ada peneliti Soviet yang menyebutkan bahwa kandungan yang tinggi

dari asam lemak tidak jenuh berantai panjang pada susu kuda dapat mengaktifkan metabolisme kolesterol. Asam lemak selain berpengaruh pada kolesterol juga berfungsi sebagai prekursor prostaglandin. Prostaglandin berperan dalam mengatur tekanan darah, denyut jantung, dan lipolisis (Suhardjo dan Kusharto, 1992).

Prostaglandin dalam hal ini prostaglandin E_1 dan E_2 merupakan perangsang meningkatnya fibrogenesis atau pemecahan fibrin yang terjadi di jantung (Tjokroprawiro, 1994). Menurut Lowe (1992) dalam Tjokroprawiro (1994), bahwa bila kadar fibrogen meningkat merupakan petunjuk adanya resiko trombosis yang merupakan pembentukan awal *atherosclerosis plaque*.

Perbandingan komposisi nutrisi secara lengkap dari ASI, susu kuda, dan susu sapi disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perbandingan Komposisi Nutrisi dari ASI, Susu kuda, dan Susu Sapi

No	Uraian	ASI	Susu Kuda	Susu Sapi
1.	Bahan lemak (g/kg)	35	15	38
2.	Protein N (g/kg)	21	20	31
3.	Kasein/protein (%)	53	48	80
4.	Laktose (g/kg)	69	64	48
5.	Energi (Kcal/kg)	690	500-600	700-7000

Sumber : Ebrahim, (1986).

Susu kuda selain mengandung beberapa komposisi seperti pada Tabel 1 juga mengandung vitamin C (135 mg/l) dan provitamin A (karoten, 690 mg/l) yang lebih tinggi dari susu sapi (Ratri, 1998). Sedangkan pada kambing, kerbau, dan sapi kandungan vitamin C-nya adalah 1 mg/100ml dan kandungan vitamin A-nya berturut-turut 125 SI, 80 SI, dan 130 SI (Direktorat Gizi Depkes RI, 1981).

2.2. Lemak Susu

Lemak adalah komponen penting dari susu yang mempunyai nilai gizi tinggi. Lemak merupakan penghasil energi terbesar yang dibutuhkan oleh tubuh, mempunyai fungsi pembentuk struktur tubuh, dan sebagai pengatur proses yang berlangsung dalam tubuh baik secara langsung maupun tak langsung (Suhardjo dan Kusharto, 1992).

Fungsi lemak yang lain adalah sebagai prekursor prostaglandin yang mempunyai peranan mengatur tekanan darah, denyut jantung, dan lipolisis. Lemak bersifat sebagai emulsi, sehingga mempermudah unsur-unsur zat lemak keluar masuk membran sel, sebagai pelumas diantara persendian, membantu pengeluaran feses, dan sebagai penangguh rasa lapar sehubungan dengan dicernanya lemak lebih lama (Sediaoetama, 1987).

Lemak selain terdapat dalam susu, juga terdapat pada bahan makanan seperti daging, telur, ikan, kacang-kacangan, dll. Lemak susu berperan dalam menentukan nilai makanan atau nilai gizi susu serta menentukan bau dan rasa susu yang

menyenangkan (Eckles *et al.*, 1990). Bahan lain yang terdapat dalam lemak susu antara lain adalah phospholipid, vitamin A,D,E, dan K serta sterol.

Secara umum lemak susu terdiri dari 67% bersifat jenuh dan 23% bersifat tak jenuh (Sindoeredjo, 1996). Lemak susu terdiri dari campuran trigliserida yang tersusun dari \pm 52 asam lemak. Asam lemak berdasarkan sumbernya dapat dibagi menjadi lemak hewani dan lemak nabati. Lemak hewani adalah lemak yang berasal dari hewan, sebagai contoh adalah asam palmitat, asam stearat, dan asam oleat. Sedangkan lemak nabati, yang terpenting adalah asam lemak esensial seperti asam linoleat, asam linolenat, dan asam arakhidonat, yang banyak terdapat dalam minyak sayur dan alpukat.

Tubuh dapat memproduksi asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh tunggal, namun asam lemak tak jenuh rantai panjang tidak dapat diproduksi. sehingga disebut asam lemak esensial. Asam lemak tak jenuh rantai panjang mampu menghambat sintesa kolesterol dalam tubuh sehingga efektif dalam menurunkan kadar kolesterol darah dan dapat menghambat penggumpalan darah pada pembuluh darah arteri jantung (Mulyadi dan Irawan, 1998).

2.3. Metabolisme Lemak non Ruminansia (Kuda)

Proses pencernaan lemak pada hewan non ruminansia mulai terjadi di usus kecil dengan bantuan *lipase pankreas* dan garam empedu. Pencernaan lemak ini

dimulai dengan dihidrolisisnya trigliserida menjadi asam lemak bebas, 2 monogliserida dan gliserol. Asam lemak, monogliserida dan garam empedu untuk dapat diserap dinding usus halus melalui *brush border* harus dibentuk misel terlebih dahulu. Misel akan diserap di *duodenum* dan *jejenum* bagian atas, garam empedu diserap di *ileum*.

Asam lemak dan gliserol dapat diserap secara langsung oleh *brush border*, kemudian disalurkan ke sistem darah portal. Misel yang diserap akan mengalami pemecahan lagi menjadi asam lemak yang rantainya lebih dari 10 dan 2 monogliserida. Zat-zat hasil pemecahan misel akan diresistesis kembali menjadi trigliserida dalam epitel usus halus melalui jalur monogliserida atau α gliserophosphat. Jalur monogliserida pada non ruminansia lebih banyak digunakan daripada jalur *Free Fatty Acid* (FFA) pada ruminansia. Sebelum melalui membran basal untuk diteruskan ke sistem limfatikus, dibentuk kilomikron yang merupakan gabungan dari trigliserida (86 %), protein, kolesterol, phospholipid, dan vitamin larut lemak. Bentuk lain transportasi lemak dalam tubuh adalah *Very Low Dencity Lipoprotein* (VLDL), *Low Dencity Lipoprotein* (LDL), dan *High Dencity Lipoprotein* (HDL) (Prawirokusumo, 1994). Bagan proses digesti dapat dilihat pada lampiran 11.

Pada rumen, asam lemak tidak jenuh telah mengalami hidrogenasi menjadi asam lemak jenuh, sedangkan kuda tidak mempunyai rumen sehingga asam lemak tidak jenuh tidak mengalami hidrogenasi menjadi asam lemak jenuh. Komposisi lemak cadangan pada beberapa hewan disajikan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak Cadangan Pada Beberapa Hewan

Hewan	Asam Lemak (%)					
	C11:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Kelinci	2	22	6	13	8	42
Kuda	5	26	5	34	5	16
Biri-biri	3	25	28	37	3	-
Sapi	2	27	27	39	2	-

Sumber : (Prawirokusumo, 1994)

2.4. Peranan PUFA (*Poly Unsaturated Fatty Acid*) terhadap penurunan kadar kolesterol dan trigliserida serum darah

Susu kuda mengandung asam lemak tidak jenuh berantai panjang yang tinggi sehingga dapat mengaktifkan metabolisme kolesterol (Jacob, 1993). Aktifnya metabolisme kolesterol terjadi karena adanya stimulasi ekskresi kolesterol ke dalam usus dan stimulasi oksidasi kolesterol menjadi asam empedu. Ester kolesterol pada asam lemak tidak jenuh rantai panjang kemungkinan lebih cepat dimetabolisasi oleh hati dan jaringan lainnya sehingga meningkatkan kecepatan pertukaran dan ekskresinya (Mayes, 1995).

Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA) merupakan faktor diet yang dapat menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida serum darah (Prasetyo dan Udadi, 1999). PUFA dapat mencegah dan menghambat aterosklerosis melalui tiga

mekanisme, yaitu : 1) penghambatan infiltrasi lemak melalui efek hipolipidemi, 2) penurunan reaksi inflamasi akibat jejas arterial, sehingga mengurangi resiko perluasan reaksi inflamasi, 3) penghambatan trombogenesis (Harris, 1993 dalam Prasetyo dan Udadi, 1999). Hal ini juga didukung oleh pernyataan Davidson dalam Budisantosa dan Mariani (1995), bahwa PUFA dalam hal ini asam lemak omega – 3 dapat menghambat monosit dan makrofage yang dengan demikian akan mempengaruhi proses aterosklerosis.

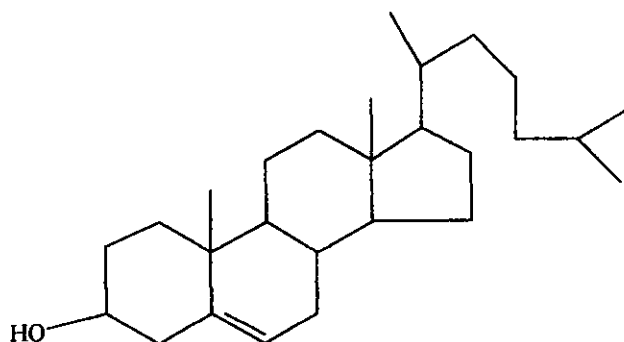
2.5. Kolesterol

Membran sel hewan mengandung alkohol steroid yang dikenal sebagai kolesterol. Kolesterol adalah suatu steroid yang mengandung satu gugus hidroksil dan satu rantai samping alifatik bercabang. Kolesterol juga penting sebagai senyawa struktural karena cincin steroidnya yang relatif tidak lentur serta molekulnya yang hampir berupa suatu bidang datar dengan gugus hidroksil polar pada satu ujungnya dan dua gugus metil pada salah satu sisinya, ditambah dengan satu rantai hidrokarbon yang bebas bergerak pada ujungnya yang lain, merupakan ciri – ciri kolesterol yang membuatnya dapat berfungsi sebagai senyawa struktural (Goldstein, 1996).

Menurut sifat fisika dan kimianya, kolesterol merupakan suatu senyawa lemak dengan formula $C_{27}H_{46}O$. Kolesterol terdapat dalam jaringan, terutama dalam hati, empedu, sumsum tulang belakang, dan otak (Goodman, 1994). Selain itu kolesterol

berfungsi sebagai sumber kalori serta memberikan nilai tambah terhadap cita rasa (Sitepoe, 1992)

Kolesterol dan senyawa turunan esternya, adalah komponen penting dari plasma lipoprotein dan membran sel sebelah luar, kolesterol juga merupakan prekursor steroid lainnya yang secara biologis penting, seperti asam empedu dan berbagai hormon steroid (Lehninger, 1994).



Gambar 1. Struktur Kimia Kolesterol
Sumber :Wilbraham dan Matta (1992).

2.5.1. Metabolisme Kolesterol

Tempat sintesis kolesterol berhubungan dengan spesies umur. Pada tikus dan kera, sintesis kolesterol di hati dan usus merupakan 90% lebih dari aktivitas sintesis kolesterol keseluruhan (Mayes, 1995).

Kolesterol dalam diet diserap oleh sel-sel usus dan ditransport dalam kilomikron melalui *ductus thoracicus*. Bersama ini terdapat juga kolesterol yang diserap kembali dari usus dan sekresi hati dalam bentuk asam empedu dan kolesterol bebas (Pratanu, 1995). Sedangkan sisa kolesterol akan menjadi satu dengan *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) (Ganong, 1995).

Biosintesis kolesterol diawali dengan bergabungnya molekul asetil – KoA menghasilkan mevalonat, yang selanjutnya akan terfosforilasi menjadi 3-fosfo-5-pirofosfomevalonat. Kemudian dengan melepaskan CO₂ dan fosfat terbentuklah 3-isopentenil pirofosfat. Penggabungan bertahap dari enam molekul senyawa ini lambat laun akan menghasilkan hidrokarbon skualen. Skualen lalu membentuk lingkaran hingga terbentuk lanosterol yang kemudian akan diubah menjadi kolesterol (Lehninger, 1994).

Secara lebih rinci biosintesis kolesterol ini dapat dibagi menjadi tiga tahap. Pertama adalah pembentukan mevalonat. Pada tahap ini molekul asetil – KoA mengalami kondensasi membentuk mevalonat. Proses ini tidak terjadi secara langsung melainkan melalui beberapa senyawa antara, yakni asetoasetil-KoA dan β -hidroksi β -metilglutaril-KoA (HMG-KoA). Setelah terbentuk HMG-KoA, diperlukan enzim HMG- KoA reduktase dan unit *Niacin Adenin Dinukleotida Phospat Hidrogen* (NADPH) untuk membentuk mevalonat.

Tahap kedua adalah tahap pembentukan skualen. Mevalonat yang terbentuk pada tahap pertama akan mengalami tiga kali fosforilasi dengan *Adenosin Triphospat*

(ATP) membentuk 3-fosfo 5-pirofosfo mevalonat. Proses ini melalui dua senyawa antara, yaitu 5-fosfo mevalonat dan 5-pirofosfo mevalonat, dengan melibatkan katalisator mevalonat kinase, fosfo mevalonat kinase dan kinase. 3-fosfo 5-pirofosfo mevalonat segera mengalami dekarboksilasi membentuk isopentenil pirofosfat (Goldstein, 1996)

Selanjutnya tiga molekul isopentenil pirofosfat mengalami kondensasi membentuk fernesilpirofosfat. Keadaan ini juga tidak terjadi secara langsung, tetapi melalui isomerisasi isopentenil pirofosfat menjadi dimetilalil pirofosfat, diikuti kondensasi dengan isopentenil membentuk bahan antara geranil pirofosfat. Geranil pirofosfat ini berkondensasi dengan isopentenil pirofosfat membentuk fernesil pirofosfat. Akhirnya dua molekul fernesil pirofosfat berkondensasi dengan kehilangan gugus fosfat dan mengalami reduktasi dengan *Niacin Adenin Dinukleotida Phospat Hidrogen* (NADPH), membentuk skualen (Goldstein, 1996).

Pada tahap akhir proses biosintesis kolesterol ini, skualen diubah menjadi oksida siklik oleh enzim oksidase untuk selanjutnya mengalami kondensasi didalam molekulnya membentuk lanosterol. Lanosterol memiliki tiga gugus metil tambahan, dan kedudukan ikatan rangkapnya-pun berlainan. Dengan serangkaian oksidasi, gugus metil lanosterol dibebaskan dan dengan diselingi penataan ulang letak ikatan rangkap melalui proses reduksi dan oksidasi akhirnya terbentuklah kolesterol (Goldstein, 1996).

Kolesterol ditransportasikan sebagai lipoprotein. Pada darah, sebagian besar kolesterol ditemukan dalam *Low Density Lipoprotein* (LDL) yang dibentuk dari *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL). Akhirnya LDL dipecah, dalam jaringan ekstrahepatik dan kolesterol diambil. Kolesterol yang dilepas dari jaringan tepi diesterifikasi di dalam darah dengan asam lemak yang berasal dari *lesitin kolesterol asiltransferase* (LCAT). Kolesterol yang telah diesterifikasi diangkut oleh *High Density Lipoprotein* (HDL) ke hati (Mayes, 1995).

Setengah dari kolesterol yang dikeluarkan dari tubuh, diekskresikan dalam feses setelah diubah menjadi garam empedu. Sedangkan sisanya diekskresikan sebagai steroid netral. Sebagian besar kolesterol yang diekskresikan dalam empedu diserap kembali (Mayes, 1995). Bagan metabolisme kolesterol terdapat di lampiran 12.

2.5.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kadar Kolesterol

Kolesterol didalam tubuh dapat bersifat endogen yaitu disintesis oleh tubuh dan eksogen yaitu berasal dari makanan yang dimakan. Kolesterol endogen dipengaruhi oleh berbagai faktor di dalam proses sintesisnya, yaitu : asam lemak jenuh, asam lemak tidak jenuh, lipoprotein dan energi yang dipergunakan serta konsumsi kolesterol sendiri. Sedangkan kolesterol eksogen dipengaruhi oleh konsumsi sejumlah kolesterol di dalam bahan pangan (Sitepoe, 1992).

Dalam keadaan normal, kolesterol disintesis dalam tubuh sejumlah dua kali dari kadar kolesterol di dalam makanan yang dimakan (Sitepoc, 1992).

Kadar kolesterol normal pada tikus adalah 10,00 – 54,00 mg/dl (Becker, *et al.* 1979 dalam Mitruka, 1981). Kadar kolesterol dalam darah dapat diturunkan oleh hormon tiroid dan estrogen. Kadar kolesterol ini akan mengalami peningkatan bila aliran empedu tersumbat, juga pada hiperkolesterolemia herediter dan pada diabetes mellitus yang tidak diobati. Diet yang banyak mengandung lemak netral meningkatkan kolesterol dalam darah, memperpendek masa pembekuan darah dan menurunkan aktivitas fibrinolitik. Bila lemak jenuh dalam makanan diganti dengan lemak tak jenuh, kolesterol darah akan menurun (Ganong, 1995).

Kolesterol juga mampu mengadakan umpan balik untuk menghambat pembentukannya sendiri, yaitu dengan menghambat enzim HMG-KoA reduktase yang mengkonversi β -hidroksi β -metilglutaril-KoA (HMG-KoA) menjadi mevalonat. Jadi bila jumlah kolesterol dalam makanan tinggi, sintesis dalam hati menurun, dan sebaliknya (Ganong, 1995).

2.6. Triglicerida

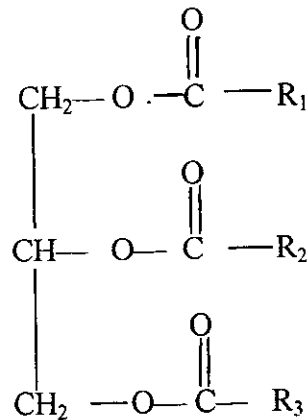
Lipid yang paling sederhana dan paling banyak mengandung asam lemak sebagai unit penyusun adalah triasilgliserol, juga disebut lemak, lemak netral, atau

trigliserida. Trigliserida adalah ester dari alkohol gliserol dengan tiga molekul asam lemak (Lehninger, 1993).

Trigliserida terdapat sebagai butir-butir minyak kecil dalam sel atau sitoplasma (McGarry, 1992). Sifat polar tiga ikatan ester dalam molekulnya jauh lebih kecil daripada sifat hidrofobik tiga rantai panjang hidrokarbonnya. Hal ini menyebabkan trigliserida sukar larut dalam air dan tidak mampu membentuk misel yang stabil tanpa bantuan zat-zat lain (Goldstein, 1996).

Trigliserida merupakan lemak utama dalam diet yang memberi rasa enak dan menjadi sumber energi yang terkonsentrasi sebesar 37 Kj (9 Kkal) pergram lemak (Triyono, 1999). Rata-rata 40% atau lebih kebutuhan energi harian manusia di negara-negara modern dipenuhi oleh trigliserida pada makanan. Kira-kira 95% energi biologik yang tersedia dari trigliserida terletak pada ketiga komponen asam lemak berantai panjang dan hanya 5% yang diberikan oleh bagian gliserol (Lehninger, 1993).

Trigliserida terdapat dalam berbagai jenis, tergantung pada identitas dan letak komponen asam lemak yang terikat pada ikatan ester oleh gliserol. Senyawa yang mengandung satu asam lemak pada ketiga posisi disebut trigliserida sederhana, sedangkan yang memiliki dua atau lebih asam lemak yang berbeda disebut trigliserida campuran (Lehninger, 1993).



Gambar 2. Struktur Kimia Triglisierida
 Sumber : Wilbraham dan Matta (1992)

2.6.1. Metabolisme Triglisierida

Triglisierida adalah adalah sumber energi yang penting yang merupakan timbunan bahan bakar terbesar dalam bentuk lemak tubuh. Tubuh dapat membuat triglisierida sendiri, terutama hati, jaringan adiposus, otot dan usus (Pratanu, 1995). Selain dari tubuh sendiri, triglisierida juga berasal dari makanan yang diabsorsi didalam usus halus (Mayes, 1995).

Triglisierida merupakan simpanan asam lemak di dalam sel yang kemudian dibebaskan dan diangkut melalui peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan berbagai jaringan , terutama otot. Triglisierida dapat ditimbun dalam serabut otot yang kemudian akan digunakan sebagai bahan bakar dan pada jaringan lemak sebagai

lemak cadangan. Pengangkutan trigliserida menuju jaringan ini terjadi didalam kilomikron dan *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) (Goldstein, 1996).

Sebagai bahan dasar dalam proses biosintesis trigliserida ini adalah gliserol-3-fosfat dan Asil-KoA. Gliserol-3-fosfat ini dapat diperoleh melalui dua jalan. Pertama, molekul ini dapat dibentuk dari *hidroksiaseton fosfat*, yang dihasilkan dari glikolisis oleh aktivitas *gliserol fosfat dihidrogenase* dalam sitosol yang berikatan dengan *Niacin Adenin Dinukleotida* (NAD). Kedua, molekul ini juga dapat dibentuk dari gliserol oleh kerja enzim *gliserol kinase*. Prekursor lain dari trigliserida adalah Asil-KoA, yang diperoleh dari asam lemak oleh kerja enzim asil-KoA sintetase (Lehninger, 1994).

Pembentukan molekul Asil-KoA menunjukkan bagaimana energi yang tersimpan dalam fosfat ATP dapat digunakan untuk memacu proses yang secara normal tak dapat berlangsung karena asam lemak maupun KoA tak cukup berenergi untuk membentuk Asil-KoA secara langsung, sehingga sel menaikkan kereaktifan kimia dari gugus karboksil asam lemak dengan menginvestasikan ATP. Gugus trifosfat dari molekul ATP diputuskan untuk menghasilkan *pirofosfat* (PPi), dan sisanya, *adenosin monofosfat* (AMP), membentuk ikatan anhidrida berenergi tinggi dengan asam lemak (Wilbraham dan Matta, 1992).

Biosintesis pertama trigliserida adalah asilasi dua gugus hidroksi bebas pada gliserol fosfat untuk dua molekul Asil-KoA untuk menghasilkan diasil-gliserol 3-fosfat. Diasilgliserol 3-fosfat atau asam fosfatidat terdapat hanya dalam jumlah yang

sangat sedikit didalam sel, tetapi molekul ini adalah senyawa antara yang penting dalam biosintesis lemak. Pada jalur menuju trigliserida, fosfatidat dihidrolisis oleh fosfatidat fosfatase untuk membentuk senyawa 1,2 - diasilgliserol. Diasilgliserol kemudian diubah menjadi trigliserida oleh reaksi dengan molekul ketiga Asil-KoA (Lehninger, 1994).

Pengangkutan trigliserida dalam bentuk kompleks lipoprotein yang terdiri dari lima jenis yaitu : lipoprotein dengan berat jenis sangat kecil (*Very Low Density Lipoprotein* =VLDL) yang terutama dibentuk dalam hati dan kemudian akan dikonversikan menjadi lipoprotein dengan berat jenis intermediet (*Intermediate Dencity Lipoprotein* =IDL) dan lipoprotein dengan berat jenis rendah (*Low Density Lipoprotein* =LDL) dengan melepaskan beberapa trigliserida dan protein dari kompleks tersebut. Jenis yang keempat adalah lipoprotein dengan berat jenis tinggi (*High Density Lipoprotein* =HDL) dan yang terakhir adalah kilomikron (Ganong, 1995).

Dari kelima jenis lipoprotein tersebut, yang berperan utama dalam pengangkutan trigliserida adalah kilomikron dan VLDL. Kilomikron dibentuk dalam sel-sel epitelium usus, dibanding dengan lipoprotein plasma yang lain kilomikron mengandung paling banyak fraksi trigliseridanya. Kilomikron mengangkut trigliserida dari usus ke jaringan ekstra hepatic atau ke jaringan lemak (Mayes, 1995).

Setelah disintesis di usus, kilomikron disekresi kedalam sistem limfatik usus yang selanjutnya ke sirkulasi darah melalui *ductus thoracicus*. Kilomikron mencapai

pembuluh-pembuluh darah kapiler dan bersentuhan dengan enzim *lipoprotein lipase* yang melekat pada permukaan endotel pembuluh kapiler tersebut (Mayes, 1995).

Lebih lanjut Mayes,(1995) menerangkan bahwa enzim *lipoprotein lipase* tersebut menghidrolisa trigliserida yang terdapat dalam partikel kilomikron menjadi asam lemak dan gliserol. Sisa kilomikron yang telah dihidrolisa kemudian masuk kedalam hepar.

Very Low Density Lipoprotien yang disintesis dalam hepar berfungsi membawa trigliserida yang berasal dari hepar ke jaringan ekstra hepatic untuk dioksidasi asam lemaknya dan ke jaringan lemak dimana asam-asam lemak disimpan setelah diesterifikasi kembali menjadi trigliserida (Mayes, 1995). Bagan metabolisme trigliserida dapat dilihat pada lampiran 13.

2.6.2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kadar Trigliserida

Manusia dewasa dan hewan normal, biosintesis dan oksidasi trigliserida terjadi bersamaan dalam keadaan seimbang, hingga jumlah lemak tubuh relatif konstan selama jangka waktu panjang. Walaupun mungkin terjadi sedikit perubahan dalam jangka waktu pendek. Namun demikian jika karbohidrat, lemak atau protein, dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan diatas kebutuhan energi normal, maka kelebihan kalori ini akan disimpan dalam bentuk trigliserida. Karbohidrat dan rantai

karbon asam amino dapat meningkatkan Asil-KoA, yang diperlukan dalam biosintesis asam lemak dan trigliserida (Lehninger, 1994).

Kadar trigliserida normal pada tikus adalah 39 – 128 mg/dl (Loeb dan Quimby, 1989). Kecepatan biosintesis trigliserida dapat diubah secara drastis oleh aktivitas hormon. Hormon insulin dapat mengubah karbohidrat menjadi trigliserida. Pada penderita *diabetes mellitus* tidak akan mampu menggunakan glukosa secara normal, tidak dapat melakukan sintesa asam lemak, trigliserida dari karbohidrat atau asam amino karena kurangnya sekresi insulin. Disamping itu metabolisme trigliserida juga dipengaruhi oleh hormon pertumbuhan, hormon-hormon korteks adrenal dan oleh glukagon (Lehninger, 1994).

Secara normal trigliserida yang disintesis dalam hati, segera digabung dengan senyawa-senyawa lain membentuk VLDL dan dikeluarkan ke sirkulasi menuju ke berbagai jaringan tubuh. Dengan demikian tidak ada trigliserida yang ditimbun di hati (Mayes, 1995).

2.6. Hubungan Kolesterol dan Trigliserida dengan Penyakit Jantung Koroner dan Aterosklerosis

Penyakit jantung koroner pada umumnya diawali dengan pengerasan pembuluh darah, diikuti terbentuknya sel-sel busa dengan ester kolesterol sebagai komponen utama, fibrosis plaque dengan lemak sebagai intinya dan akhirnya terjadi

perdarahan, pengapuran, dan trombosis yang kemudian dikenal sebagai penyakit aterosklerosis (Mulyadi dan Irawan, 1998).

Banyak peneliti yang menunjukkan adanya korelasi antara kadar lemak dalam darah yang tinggi dengan kejadian penyakit jantung koroner dan aterosklerosis. Dari kadar lemak darah tersebut, kolesterol adalah yang paling sering dianggap penting dalam hubungan ini, walaupun variabel-variabel lain seperti, rasio kolesterol : fosfolipid, konsentrasi lipoprotein dan kadar trigliserida juga menunjukkan hubungan yang serupa. Pasien dengan penyakit arterial dapat memiliki salah satu dari abnormalitas berikut : (1) Konsentrasi VLDL, terutama trigliserida yang tinggi dengan konsentrasi LDL yang mengandung terutama kolesterol , normal; (2) LDL meningkat dengan VLDL normal ; (3) terjadi peningkatan kedua fraksi tersebut (kolesterol dan trigliserida) (Mayes, 1995).

BAB III
MATERI DAN METODE

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama 2 bulan mulai tanggal 2 Agustus – 2 Oktober 2000. Pelaksanaan penelitian di laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran Umum, Universitas Airlangga, Surabaya. Pemeriksaan sampel darah dilaksanakan di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya di Surabaya.

3.2. Materi Penelitian

3.2.1. Alat

Seperangkat alat untuk membuat pellet, kandang untuk tikus sebanyak empat buah disertai dengan tempat pakan dan minum. Analisis kadar kolesterol total serum darah menggunakan seperangkat alat sesuai metode *Cholesterol Oxydase - Peroxidase Aminophenazon Phenol* (CHOD – PAP), seperangkat alat untuk memeriksa kadar trigliserida metode *Glycerol Phosphatase – Peroxidase Aminophenazon Phenol* (GPO – PAP), *sprit disposable* 1,5 ml, 5 ml, dan 10 ml, *needle* 23G, dan *feeding tube* no 8.

3.2.2. Bahan

Air minum dari PDAM diberikan *ad libitum*, pakan perlakuan menggunakan bahan pakan yang berkalori tinggi dengan komposisi sebagaimana terdapat dalam Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Komposisi Bahan Pakan Tinggi Lemak Berdasarkan Formula ITB

Jenis Bahan Pakan	Tinggi lemak (per 10 kg)	Standar (per 10 kg)
Tepung jagung	2,27	2,50
Tepung terigu	3,09	3,40
Tepung kacang hijau	1,27	1,40
Tepung ikan	1,45	1,60
Lemak babi	1,83	0,80
Vitamin alvet	0,09	0,30

Pemberian pakan tinggi lemak tersebut secara *ad libitum* dalam bentuk pelet. Bahan yang dipergunakan untuk menurunkan kadar kolesterol darah yaitu susu kuda Sumbawa merek Spesial yang didapatkan dari Radio Suzana Surabaya.

Hewan coba yang digunakan pada penelitian ini adalah tikus putih jantan jenis Wistar umur 2-3 bulan dengan berat rata-rata 100-200 g sebanyak 20 ekor yang didapatkan dari Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Unair. Bahan yang dipergunakan untuk menganalisis kadar kolesterol dan trigliserida darah tikus adalah

serum darah. Reagensia yang dipergunakan untuk pemeriksaan kadar kolesterol total menurut metode CHOD – PAP dan reagensia untuk pemeriksaan kadar trigliserida menurut metode GPO – PAP.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Penentuan Dosis Hewan Coba

Untuk mengawali penentuan dosis secara teoritik, dapat dilakukan melalui cara-cara seperti menghitung prakiraan dosis lazim melalui cara konversi baik antar spesies hewan maupun dengan manusia. Hasil perolehan dosis lazim yang diperkirakan merupakan besaran dimana mulai digunakan sebagai pegangan penelitian penentuan dosis secara farmakodinamik. Nilai besaran dua dosis tersebut selanjutnya diturunkan atau ditingkatkan sesuai dengan ketelitian yang dikehendaki (Ghosh. dalam Lazuardi, 1996). Model konversi dari dosis manusia ke dosis hewan atau dosis hewan ke dosis manusia disajikan pada Tabel 5. berikut ini :

Tabel 4. Konversi melalui Tabel Faktor Konversi

	Mencit (20 gr)	Tikus (200 gr)	Marmut (400 gr)	Kelinci (1,5 kg)	Kucing (2 kg)	Kera (4 kg)	Orang (70 kg)
Mencit (20 gr)	1	7	12,25	27,8	29,7	64,1	387,9
Tikus (200 gr)	0,14	1	1,74	3,9	4,2	9,2	56,0
Marmut (400 gr)	0,08	0,57	1	2,25	2,4	5,2	31,5
Kelinci (1,5 kg)	0,04	0,25	0,44	1	1,08	2,4	14,2
Kucing (2 kg)	0,03	0,23	0,41	0,92	1	2,2	13,0
Kera (4 kg)	0,016	0,11	0,19	0,42	0,45	1,0	6,1
Orang (70 kg)	0,0026	0,018	0,031	0,07	0,076	0,16	1,0

Sumber : Ghosh dalam Lazuardi, 1996

Contoh perhitungan dosis :

Dengan melihat tabel faktor konversi dosis orang yang berat badannya 70 kg ke tikus yang berat badannya 200 g = 0,018. Berat rata-rata orang Indonesia \pm 50 kg. Dosis susu 250 ml. Jadi untuk orang 70 kg, dosis susu = $70/50 \times 250 \text{ ml} = 350 \text{ ml}$. Faktor konversi dosis orang 70 kg ke tikus 200 g = 0,018. Jadi dosis susu untuk tikus 200 g = $350 \text{ ml} \times 0,018 = 6 \text{ ml}/200 \text{ g}$ tikus. Bagi dosis maksimal untuk tikus 6 ml/200 g tikus, kemudian diambil rentang dosis persetengahnya dari dosis maksimal yaitu 3 ml dan 1,5 ml.

3.3.2. Persiapan Hewan Coba

Hewan coba di adaptasikan selama satu minggu. Kandang yang dipergunakan sebanyak empat buah. Kandang harus cukup kuat dan tidak mudah rusak.

Pemeriksaan umum dilakukan pada tikus sebelum dikondisikan hiperkolesterolemia. Alas tidur dari tikus harus bebas dari debu dan harus diganti sesering mungkin karena alas tidur dapat cepat menimbulkan bau amonia. Selama satu bulan tikus dikondisikan tinggi lemak dengan pemberian pakan tinggi lemak secara *ad libitum*. Pada akhir pengkondisian dilakukan pemeriksaan kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah. Hewan percobaan kemudian diberi perlakuan dengan memberikan susu kuda selama satu bulan. Pada akhir perlakuan diperiksa kembali kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah seluruh hewan coba. Hewan percobaan dibagi dalam empat kelompok perlakuan. Masing-masing kelompok mempunyai lima kali ulangan. Kelompok perlakuan dibuat sebagai berikut :

1. Kelompok perlakuan 0 (P0) : diet tinggi lemak.
2. Kelompok perlakuan 1 (P1) : diet tinggi lemak + pemberian 6 ml Susu Kuda/ekor/hari.
3. Kelompok perlakuan 2 (P2) : diet tinggi lemak + pemberian 3 ml Susu Kuda/ekor/hari.
4. Kelompok perlakuan 3 (P3) : diet tinggi lemak + pemberian 1,5 ml Susu Kuda/ekor/hari.

3.3.3. Perlakuan Hewan Coba

Tikus diberi susu kuda secara peroral dengan menggunakan *feeding tube* no. 8. Perlakuan ini dilaksanakan selama satu bulan. Pengambilan sampel darah secara intra kardial dengan memakai *needle* ukuran 23 G. Tikus dimasukkan ke dalam kotak kaca hampa udara yang di dalamnya sudah diberikan larutan eter. Tikus dibiarkan berada di dalam kotak tersebut selama 3 menit kemudian dibedah untuk diambil sampel darahnya dari jantung. Darah yang terambil dimasukkan ke dalam tabung reaksi untuk selanjutnya diperiksa kadar kolesterol total dan trigliseridanya.

3.3.4. Peubah Yang Diamati

Penelitian ini mengamati peubah kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih jantan.

3.4. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F (sidik ragam) untuk mengetahui pengaruh perbedaan perlakuan terhadap penurunan kadar kolesterol dan kadar trigliserida, dan apabila diperoleh perbedaan nyata diteruskan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% (Kusriningrum, 1989).

BAB IV

HASIL PENELITIAN

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total

Pemeriksaan kadar kolesterol total serum darah dari tiga ekor tikus putih, yang diberi diet tinggi lemak selama satu bulan, diperoleh hasil rata-rata $69,33 \pm 10,69$ mg/dl (lampiran 5). Hasil pemeriksaan akhir kadar kolesterol total serum darah tikus putih dengan diet tinggi lemak yang diberi susu kuda dengan dosis 0 ml, 6 ml, 3 ml, dan 1,5 ml diperoleh hasil berturut-turut $69,20 \pm 3,99$ mg/dl; $74,60 \pm 3,44$ mg/dl; $63,20 \pm 2,88$ mg/dl dan $77,6 \pm 7,02$ mg/dl (Tabel 6).

Tabel 5. Rata-rata Kadar Kolesterol Total Serum Darah Tikus Putih dengan Diet Tinggi Lemak Setelah diberi Susu Kuda

Kelompok Perlakuan	Dosis (ml)	Tikus (ekor)	Kadar Kolesterol (mg/dl)
P0	0	5	$69,20 \pm 3,99^b$
P1	6	5	$74,60 \pm 3,44^{ab}$
P2	3	5	$63,20 \pm 2,59^c$
P3	1,5	5	$77,60 \pm 7,02^a$

Keterangan : superskrip yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Analisis statistik dengan uji F terhadap kadar kolesterol total serum darah tikus putih dengan diet tinggi lemak yang diberi susu kuda diperoleh F hitung 10,434 sedangkan nilai F tabel (0,05) adalah 3,24. Dengan demikian F hitung lebih besar F tabel 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan ($p < 0,05$). Selanjutnya dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% dan diperoleh hasil bahwa dosis 3 ml (P2) adalah dosis yang memberikan pengaruh penurunan terhadap kadar kolesterol total serum darah tikus putih yang diberi susu kuda yang berbeda nyata dengan dosis 6 ml maupun 1,5 ml dan 0 ml.

4.2. Pemeriksaan Kadar Trigliserida

Pemeriksaan kadar trigliserida serum darah dari tiga ekor tikus putih yang diberi diet tinggi lemak selama satu bulan diperoleh hasil dengan rata-rata $154,33 \pm 66,52$ mg/dl. Sedangkan kadar trigliserida serum darah dengan diet tinggi lemak yang diberi susu kuda 0 ml, 6 ml, 3 ml dan 1,5 ml berturut-turut diperoleh hasil dengan rata-rata $69,60 \pm 8,65$ mg/dl; $45,60 \pm 2,51$ mg/dl; $51,00 \pm 14,88$ mg/dl dan $55,20 \pm 12,22$ mg/dl (Tabel 6).

Tabel 6. Rata-rata Kadar Trigliserida serum Darah Tikus Putih dengan Diet tinggi Lemak Setelah diberi Susu Kuda

Kelompok perlakuan	Dosis (ml)	Tikus (ekor)	Kadar Trigliserida (mg/dl)
P0	0	5	69,60 ± 8,65 ^a
P1	6	5	45,60 ± 2,51 ^b
P2	3	5	51,00 ± 14,88 ^b
P3	1,5	5	55,20 ± 12,22 ^b

Keterangan : superskrip yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Analisis statistik dengan uji F terhadap kadar trigliserida serum darah tikus putih dengan diet tinggi lemak yang diberi susu kuda diperoleh hasil F hitung 4,68, sedangkan nilai F tabel (0,05) adalah 3,24. Dengan demikian F hitung lebih besar dari F tabel (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan ($p < 0,05$). Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT 5%) didapatkan bahwa dosis 6 ml (P1), 3 ml (P2), 1,5 ml (P3) tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap penurunan kadar trigliserida.

BAB V
PEMBAHASAN

BAB V

PEMBAHASAN

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian susu kuda dengan dosis 0 ml, 6 ml, 3 ml dan 1,5 ml memberikan pengaruh yang berbeda nyata diantara perlakuan, baik terhadap kadar kolesterol total maupun kadar trigliserida serum darah tikus putih dengan diet tinggi lemak ($p < 0,05$). Hal ini dapat dilihat dari F hitung ($10,434 > F$ tabel $0,05 (3,24)$) untuk kadar kolesterol total, sedangkan untuk kadar trigliserida diperoleh F hitung ($4,68 > F$ tabel $0,05 (3,24)$).

Adanya pengaruh berupa penurunan, baik kadar kolesterol total maupun trigliserida tersebut menunjukkan bahwa susu kuda mempunyai khasiat sebagai bahan antihiperlipidemia (antihiperkolesterolemia dan antihipertrigliseredemia). Hal ini sesuai dengan pernyataan Jacob (1993), bahwa susu kuda mempunyai kemampuan terapi yang salah satunya dengan jalan mengaktifkan metabolisme kolesterol karena susu kuda mempunyai asam lemak tak jenuh rantai panjang (PUFA) yang cukup tinggi. PUFA ini menurut Prawirokusumo (1998) adalah asam linoleat dan asam linolenat, dimana asam linolenat merupakan salah satu asam lemak Omega-3.

Asam linoleat disebut juga asam Omega-6 merupakan asam lemak yang penting karena asam lemak ini berperan dalam tahap pertama pencegahan penyakit

jantung (Smith, 1995). Asam linoleat juga berperan penting sebagai prekursor prostaglandin selain asam linolenat (Glew, 1992).

PUFA dapat menurunkan kadar kolesterol serum darah diduga lewat pengaruhnya terhadap mekanisme produksi lipoprotein transpor dengan menghambat sintesis *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) dan *Low Density Lipoprotein* (LDL), serta berperan dalam esterifikasi kolesterol darah (Mitzutani *et al.* 1997 dalam Prasetyo dan Udadi, 1999). Hostmark *et al.* (1989), menyatakan bahwa mekanisme penurunan kadar kolesterol serum darah oleh PUFA yaitu akan meningkatkan aktifitas enzim *Lipoprotein Lipase* (LPL) dan *Hepatic Endothelial Lipase* sehingga katabolisme lipoprotein meningkat. Peningkatan katabolisme lipoprotein pembawa kolesterol (VLDL dan LDL) oleh hati menyebabkan ekskresi sterol netral dan asam empedu melalui feses meningkat.

PUFA berperan dalam menurunkan kadar trigliserida karena menghambat sintesis dan sekresi trigliserida di hati (Lautan, 1996). Penghambatan sintesis trigliserida menurut Harris dan Muzio (1993), yaitu dengan menghambat kerja enzim *diacylglycerol acyltransferase* yang merupakan enzim tahap akhir pada sintesis trigliserida. Subbala *et al.* (1993) juga menyatakan bahwa kadar trigliserida dapat diturunkan oleh PUFA karena PUFA menghambat kerja enzim *phosphatidate phosphohydrolase* dan *diacylglycerol acyltransferase*. Hambatan pada enzim *phosphatidate phosphohydrolase* menyebabkan terjadinya hambatan pembentukan *diacylglycerol*. Hambatan terhadap aktifitas enzim *diacylglycerol acyltransferase* menyebabkan hambatan pada sintesis trigliserida didalam sel epitel usus yang akan

diangkut oleh kilomokron dan sintesisnya di hepar yang akan dibawa oleh VLDL kedalam sirkulasi darah, sehingga menyebabkan penurunan kadar trigliserida dalam serum darah. Blake dan Clarke (1990), menyatakan bahwa PUFA merupakan inhibitor kuat pada sintesis trigliserida di hepar karena dapat menurunkan konsentrasi enzim asetil Ko-A karboksilase yang merupakan enzim pengendali dalam rangkaian lipogenesis. Menurunnya enzim Asetil Ko-A karboksilase akan menyebabkan menurunnya sintesis Asil Ko-A. Asil KoA merupakan bahan pembentuk trigliserida, sehingga apabila sintesisnya menurun maka kadar trigliserida juga akan menurun.

PUFA dapat berpengaruh pada sintesis prostaglandin, sehingga bermanfaat sebagai antiinflamasi (Mayes, 1995). Prostaglandin mengurangi efek pengerutan dinding pembuluh darah yang berkaitan dengan penyebab stroke dan penyakit kardiovaskular (Nogrady, 1992). Omega-3 akan meningkatkan rasio P : S (*Polyunsaturated Fatty Acid dan Saturated Fatty Acid*) sehingga dapat menghambat trombogenesis (Mizutani *et al.* 1997 dalam Prasetyo dan Udadi, 1999). Trombogenesis juga dihambat bila kadar fibrogen menurun, menurunnya fibrogen merupakan pengaruh dari prostaglandin (Tjokroprawiro, 1994). Rasio P: S didalam makanan merupakan faktor utama dalam penurunan konsentrasi kolesterol plasma melalui cara-cara diet dan dipandang mengutamakan dalam mencegah penyakit jantung koroner (Mayes, 1995).

Barlard - barbas dan Callaway (1987), Hendromartono (1990), Lautan (1996) meringkas tentang pengaruh Omega-3 (PUFA) pada metabolisme lemak adalah sebagai berikut : 1) supresi sintesis trigliserida dan Apo-B pada hati, 2) meningkatkan

absorpsi VLDL dari plasma oleh jaringan dan hati, 3) meningkatkan pengeluaran lemak dalam feses, dan, 4) secara tidak langsung menurunkan sintesis LDL.

PUFA dalam susu kuda disamping mempengaruhi sintesis lemak dihati, juga mampu meningkatkan ekskresi lemak terutama ekskresi kolesterol. Peningkatan ekskresi kolesterol ini karena dalam susu kuda juga mengandung vitamin C. Vitamin C berfungsi dalam proses transformasi kolesterol menjadi asam empedu di hati. Kekurangan vitamin C dalam waktu lama bisa mengakibatkan hiperkolesterolemia (Sitepoe, 1992).

Perbedaan diantara kelompok perlakuan setelah dilakukan uji BNT 5% dapat diketahui dalam penelitian ini, yaitu bahwa pemberian susu kuda sebesar 3 ml (P2) menghasilkan penurunan kadar kolesterol total, tetapi pada P1 (6 ml) dan P3 (1,5 ml) terjadi kenaikan kadar kolesterol total dibanding dengan kontrol (P0). Adanya penurunan kadar kolesterol total pada P2 (3 ml) dikarenakan rasio P : S seimbang, sehingga dapat disimpulkan bahwa dosis kelompok perlakuan 2 merupakan dosis yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol pada hewan percobaan tikus.

Menurut Lee *et al.* (1989), sebagaimana dikemukakan oleh Mayes (1995) bahwa perbandingan P : S dalam diet sangat penting dalam penurunan konsentrasi kolesterol plasma. Pada perlakuan 1 (6 ml) kadar kolesterolnya lebih tinggi dari pada P0 (0 ml), berdasarkan pernyataan Lee *et al.* (1989) dan Mayes (1995) tersebut dapat dinyatakan bahwa kadar kolesterol pada P1 lebih tinggi karena rasio P : S tidak seimbang, yaitu bahwa S (*Saturated*) lebih tinggi karena berasal dari SAFA

(*Saturated Fatty Acid*) susu kuda dan dari tubuh tikus yang telah diberi diet tinggi lemak. Peningkatan jumlah dosis tidak berarti rasio P : S akan tetap seimbang, sebab kenaikan tersebut membuat SAFA lebih dominan. SAFA yang tinggi tersebut tidak semuanya mampu diubah oleh PUFA menjadi bentuk lain seperti asam empedu atau diekskresikan secara utuh melalui feses, sehingga SAFA yang tersisa masih mampu menaikkan kadar kolesterol. Menurut Loeb dan Quimby (1989), bahwa pemberian minyak ikan yang mengandung PUFA lebih dari 10% akan menyebabkan kenaikan jumlah kolesterol darah. Kenaikan ini disebabkan karena PUFA juga merupakan sumber pembentuk asam-asam lemak.

Pada P3 (1,5 ml) kadar kolesterolnya paling tinggi, hal ini dikarenakan rasio P : S juga tidak seimbang karena PUFA dalam susu kuda terlalu kecil sehingga tidak mampu untuk mengubah SAFA menjadi bentuk lain seperti asam empedu atau diekskresikan dalam feses.

Pemberian susu kuda mempunyai potensi untuk menurunkan kadar trigliserida, tetapi setelah dilakukan uji BNT 5% tidak memberikan perbedaan yang nyata, baik pada P1 (6 ml), P2 (3 ml), dan P3 (1,5 ml). Tidak adanya perbedaan pengaruh pada tiap dosis tersebut karena tidak seimbangnya rasio P : S pada diet dan tubuh tikus serta tidak seimbangnya rasio asam linoleat dan linolenat pada susu kuda. Menurut Lee *et al.* (1989), kadar trigliserida lebih tergantung pada keseimbangan asam linoleat dan linolenat sedangkan pada kolesterol total lebih dipengaruhi oleh rasio P : S. Rasio asam linoleat dan asam linolenat yang seimbang adalah 4 : 1 (Lee *et al.*, 1989).

Pada penelitian ini pengaruh pemberian susu kuda terhadap penurunan kadar kolesterol total adalah pada perlakuan 2 (3 ml), sedangkan pengaruh terbesar terhadap penurunan kadar trigliserida belum bisa ditentukan. Kolesterol dan trigliserida mempunyai hubungan yang sangat erat, bila salah satu atau kedua-duanya kadarnya tinggi maka kemungkinan terjadinya Penyakit Jantung Koroner (PJK) masih besar. Penelitian ini menginformasikan bahwa pemberian susu kuda dengan dosis 3 ml (P2) merupakan dosis yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol total dan trigliserida untuk hewan percobaan tikus putih, karena kadar kolesterol total dan trigliserida serum darahnya sama-sama rendah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa :

1. Susu kuda mempunyai pengaruh terhadap kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak.
2. Pemberian susu kuda pada dosis 3 ml (P2) dapat digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol total dan trigliserida serum darah tikus putih pada kondisi diet tinggi lemak.

6.2. Saran

1. Susu kuda dapat digunakan sebagai bahan antihiperlipidemia, sehingga perlu diaplikasikan pada manusia dengan penelitian lebih lanjut.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh susu kuda terhadap gambaran histopatologis hepar, pembuluh darah utama jantung tikus putih atau menggunakan hewan percobaan lain pada kondisi diet tinggi lemak.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai khasiat susu kuda yang lain disamping sebagai bahan antihiperlipidemia.

RINGKASAN

Yhuni Ismhawati. Kadar kolesterol yang tinggi dalam darah dapat menjadi faktor predisposisi dari penyakit aterosklerosis. Susu kuda akhir-akhir ini banyak beredar di masyarakat sebagai minuman obat kuat dan alternatif pengobatan berbagai penyakit. Hal ini terjadi karena keyakinan sebagian masyarakat masih bersifat sugestif. Susu kuda diduga dapat menurunkan kadar kolesterol darah karena mengandung asam lemak tak jenuh *Poliunsaturated Fatty Acid* (PUFA), yaitu asam linoleat atau Omega-6 dan asam linolenat atau Omega-3.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penggunaan susu kuda sebagai alternatif pengobatan penyakit hiperkolesterolemia dengan tikus sebagai hewan percobaan yang nantinya dapat diarahkan penggunaannya pada manusia.

Sebanyak 20 ekor tikus jantan (*Rattus norvegicus*) yang berumur 2-3 bulan dengan berat badan 100-200 gram dikondisikan dengan diet tinggi lemak. Hewan percobaan dikelompokkan dalam empat perlakuan masing-masing dengan lima ulangan. Pada perlakuan 0 (P0) tikus diberi diet tinggi lemak, perlakuan 1 (P1) tikus diberi diet tinggi lemak + susu kuda 6 ml/ekor/hari, perlakuan 2 (P2) diberi diet tinggi lemak + susu kuda 3 ml/ekor/hari, dan perlakuan 3 (P3) diberi diet tinggi lemak + susu kuda 1,5 ml/ekor/hari. Perlakuan dilakukan selama satu bulan yang dimulai setelah tikus dikondisikan tinggi lemak selama satu bulan pula. Kemudian

dilakukan pemeriksaan sampel darah, untuk mengetahui kadar kolesterol total dan trigliserida.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Bila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% untuk mengetahui tingkat perbedaannya secara lebih teliti.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian susu kuda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar kolesterol total serum darah tikus putih ($P < 0,05$), dimana pada kelompok perlakuan 2 (3 ml) terjadi penurunan kadar kolesterol dibanding dengan kelompok perlakuan kontrol maupun dengan kelompok perlakuan lain yang terjadi kenaikan, hal ini karena rasio P : S seimbang. Pada perlakuan 1 (6 ml) dan perlakuan 3 (1,5 ml) terjadi peningkatan kadar kolesterol, karena rasio P : S tidak seimbang. Pada P1 (6 ml) *Saturated Fatty Acid* (SAFA) lebih banyak karena berasal dari susu kuda dan dari tubuh tikus dengan diet tinggi lemak, sedangkan pada P3 (1,5 ml) PUFA jumlahnya terlalu sedikit sehingga tidak mampu mengubah SAFA menjadi bentuk lain seperti asam empedu atau diekskresikan secara utuh melalui feses.

Pemberian susu kuda juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar trigliserida serum darah tikus putih ($P < 0,05$), tetapi setelah dilakukan uji BNT 5% tidak memberikan perbedaan yang nyata pada dosis 6 ml, 3 ml, dan 1,5 ml, hal ini karena tidak seimbang rasio P : S dan rasio asam linoleat : asam linolenat.

Aterosklerosis terjadi bila kadar kolesterol dan trigliserida sama-sama tinggi atau salah satunya yang tinggi. Penelitian ini memberikan informasi bahwa dosis yang dapat digunakan pada hewan percobaan tikus adalah pada perlakuan 2 (3 ml), karena pada perlakuan tersebut kadar kolesterol dan trigliseridanya sama-sama rendah.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Barlard – barbas R., and Callaway C. W. 1987. Marine Fish Oil : Role in Prevention of Coronary Artery Disease. *Mayo. Clin. Proc.* 62 (2) : 113-118.
- Blake, W.L., and S. D. Clarke. 1990. Suppression of Rat Hepatic Fatty Acid Synthase and S14 Gen Transcription by Dietary Polyunsaturated Fat. *J. of Nutr.* 120 (12) : 1727-1729
- Brewer, S. 1995. *The Complete Book of Men's Health*. Publised by Thorsons. San Francisco. California. USA.
- Budisantosa., dan Mariani. 1995. *Terapi Farmakologis Hiperlipidemia*. Lap. UPF Ilmu Penyakit Jantung. Fak. Ked. Unair. RSUD Dr. Soetomo. Surabaya.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Ebrahim, G.J. 1986. *ASI*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Eckles, C.H., W.B. Combs., M. Harold. 1990. *Milk and Milk Product*. 4th ed. Mc. Graw Hill Book Col. Inc. Bombay. India.
- Ganong, W.J. 1995. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (terjemahan)*. Edisi 14. Penerbit Buku Kedokteran ECG. Jakarta.
- Glew, R. 1992. *Lipid Metabilism II : Pathway of Metabolism of Special Lipid*. Texbook of Biochemistry : *With Clinical Correlation*. Third Edition. New York. USA.
- Goldstein, Mc. Gilvery. 1996. *Biokimia Suatu Pendekatan Rungsional (terjemahan)*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Goodman, S. 1994. *Ester C Generasi III*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Guyton, A.C. 1994. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (terjemahan)*. Penerbit Buku Kedokteran ECG. Jakarta.
- Hanafiah, A. 1991. Penyakit Jantung Koroner di Indonesia. *Maj. Kardiologi. Indon.* XIII (4) : 160-165

- Harris, W.S., and F. Muzio. 1993. Fish Oil Reduces Postprandial Triglyceride Concentration Without Accelerating Lipid Emulsion Removal Rate. *Am. J. Clin. Nutr.* 58 (1) : 68-73
- Hendromartono. 1990. *Terapi Diet pada Penderita Hiperlipidemia*. Simposium Hiperlipidemia. Lab. Ilmu Penyakit Dalam. Fak. Ked. Unsrat. Manado.
- Hostmark, A. F., E. Lystad., A. Huang., and E. Eilerten. 1989. Plasma Lipids, Lipoproteins, and Fecal Excretion of Neutral Sterol and Bile Acids in Rats Fed Various High Fat Diets or a Low Fat/ High Sucrose Diet. *The J. of Nutr.* 119 (3) :356-363
- Jacob, T.N. 1993. *Budidaya Ternak Kuda*. Kanisius. Jakarta.
- Kusriningrum. 1989. *Dasar Rancangan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap*. Univ. Airlangga. Surabaya.
- Lautan, J. 1996. Faedah Suplementasi Asam Lemak Omega – 3. *Maj. Kedok. Indon.* 46 (6) : 308-311.
- Lazuardi, M. 1996. *Serial Ilmu Farmasi – Vet. : Perihal Dosis*. Diktat Perkuliahan. FKH. Univ. Airlangga. Surabaya.
- Lee, J. H., M. Fukumoto., H. Nishida., I. Ikeda., and M. Sugano. 1989. The Interrelated Effects of n-6 / n-3 and Polyunsaturated / Saturated Ratios of Dietary Fats on the Regulation of Lipid Metabolism in Rats. *The J. of Nutr.* 119 (12) : 1893-1899
- Lehninger, A.L. 1993. *Dasar-Dasar Biokimia (terjemahan)*. Jilid I. Erlangga. Jakarta.
- Lehninger, A.L. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia (terjemahan)*. Jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Loeb, W.F., and F.W. Quimby. 1989. *The Clinical Chemistry of Laboratory Animals*. Pergamon Press. British.
- Mayes, P. 1995. *Sintesis, Pengangkutan , dan Ekskresi Kolesterol Dalam : Biokimia Harper (terjemahan)*. Penerbit Buku Kedokteran ECG. Jakarta.
- McGarry, J.D. 1992. *Lipids Metabolims I : Utilization and Storage of Energy in Lipid Form*. Textbook of Biochemistry : *With Clinical Correlation*. Third Edition. New York. USA.

- Mitruka, B.J. 1981. *Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals and Normal Humans*. Masson Publishing. USA.
- Montgomery, R., R.L. Dryer., T.W. Conway., dan A.A. Spector. 1993. *Biokimia Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus (terjemahan)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mulyadi., dan Irawan. 1998. *Waspada! Ancaman Jantung Koroner*. Cahya Ramaja. Bandung.
- Nogrady, T. 1992. *Kimia Medisinal : Pendekatan Secara Biokimiawi (terjemahan)* ITB. Bandung
- Prawirokusumo, S. 1994. *Ilmu Gizi Komparatif*. BPFE. Yogyakarta.
- Prasetyo, A., dan Udadi Sadhana. 1999. Peran Omega- 3 Terhadap Penghambatan Aterogenesis. *Media Medika Indonesiana*. 34 (4) : 233-236.
- Pratanu, S. 1995. *Deteksi Dislipidemia*. Lab. UPF Kardiologi. Fak. Ked. Unair. RSUD. Dr. Soetomo. Surabaya.
- Ratri, N. 1998. *Mode Susu Kuda Liar*. Surya. Surabaya.
- Replubika, 1998. *Susu Kuda Liar Dilarang Berkeliaran*. Jakarta.
- Sediaoetomo. 1987. *Ilmu Gizi untuk Profesi dan Mahasiswa*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Setyono, H. Kusningrum. Nurhajati, T. Agustono. Arief, M. Arif Al Anam. Lamid, M. 1996. *Pengolahan Bahan Pakan Ternak*. Lab. Ilmu Makanan Ternak. Fak. Ked. Hewan. Univ. Airlangga. Surabaya.
- Sindoeredjo, S. 1996. *Pedoman Pemeliharaan Kambing Perah*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Sitepoe, M. 1993. *Kolesterolfobia Keterkaitannya dengan Penyakit Jantung*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Smith, T. 1995. *Heart Attacks Prevent and Survive*. Great Britain. London.

- Subbalah, P.V., D. Kaufman., and J.D. Bagdade. 1993. Incorporation of Dietary n-3 Fatty Acids into Molecular Species of Phosphatidyl Choline and Cholesteryl Ester in Normal Human Plasma. *Am. J. Clin. Nutr.* 58 (1) : 360 – 368.
- Sudarwanto, M., Soejoedono, R., Sanjaya, W., Lukman, W.D. 1998. *Studi Kasus : Komposisi Susu Kuda Sumbawa*. Konggres PDHI VII. Bandar Lampung.
- Suhardjo, C.M., dan Kusharto. 1992. *Prinsip-prinsip Ilmu Gizi*. Kanisius. Jakarta.
- Sumartono, R.W. 1995. Pencegahan Penyakit Jantung Koroner di Indonesia. *Media Penelitian dan pengembangan Kesehatan*. V (01) : 17-19
- Tjokroprawiro, A. 1994. Faktor-faktor Resiko Penyakit Metabolik – Kardiovaskular (Praktis dan Teoritis : Peran Fibrogen). *Simposium : Peran Fibrogen terhadap Kualitas Pembuluh Darah*. Surabaya.
- Triyono. 1999. Korelasi Usia, Berat Badan dan Kolesterol Darah. *Media IDI*. 24 (2) : 15-18
- Wilbraham, A.C., dan Matta, M.S. 1992. *Pengantar Kimia Organik dan Hayati (terjemahan)*. ITB. Bandung.
- Wilson, D.M., W.L. Blake., L.M. Salati., and S.D. Clarke. 1990. Potency of Polyunsaturated and Saturated Fat as Short – Term Inhibitor of Hepatic Lipogenesis in Rat. *The J. of Nutr.* 120 (6) : 544-552.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tahapan Cara Pembuatan Pakan Buatan Bentuk Pellet

Tahapan Cara Pembuatan Pakan Bentuk Pellet

1. Penggilingan

Bahan yang sesuai dengan formulasi yang dikehendaki digiling menjadi lebih kecil dengan alat penggilingan.

2. Pengayakan

Setelah digiling bahan tersebut diayak untuk mendapatkan ukuran partikel yang sesuai dengan kebutuhan dan untuk mendapatkan hasil campuran yang homogen.

3. Penimbangan

Setelah bahan diayak, kemudian bahan ditimbang dengan teliti sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan.

3. Pencampuran

Pencampuran bahan harus sampai homogen atau merata secara sederhana. Untuk mendapatkan campuran yang homogen mula-mula bahan yang paling sedikit jumlahnya, kemudian berturut-turut bahan yang lebih banyak.

4. Pencetakan

Setelah bahan dicampur secara homogen, kemudian ditambahkan air sebanyak 20-30 % dari berat total dan dikukus selama 15 menit. Bahan telah siap dibentuk sesuai dengan ukuran yang dikehendaki.

5. Pengeringan dan Penyimpanan

Pakan yang hendak disimpan dikeringkan lebih dahulu sampai kadar airnya 14%. Pengeringan dengan sinar matahari membutuhkan waktu 2-3 hari sedangkan dengan oven pada suhu 60°C selama 24 jam (Setyono, dkk. 1996).

Lampiran 2 : Pengambilan Sampel Darah

Pengambilan Sampel Darah

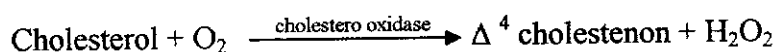
Sebelum dilakukan pengambilan sampel darah, tikus yang akan diambil darahnya dipisahkan dalam tempat tersendiri dan dipuaskan selama 12-24 jam sebelumnya dan tetap diberikan air minum seperti biasanya. Masing-masing tikus yang akan diambil darahnya secara intra kardial dianestesi dengan anestesi inhalasi berupa eter dengan diperkirakan tercapainya irama pernapasan yang teratur. Setelah tikus ditelentangkan dengan posisi dada di depan, kemudian dicari diafragma lalu dada tikus dikuakkan ke atas sampai terlihat jantung. Dengan menggunakan alat suntik darah diambil sebanyak 3 ml, kemudian darah dipindahkan ke dalam tabung sentrifus tanpa koagulan. Darah yang terkumpul dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dan kemudian dipusingkan selama 20 menit dengan kecepatan 2500 rpm, sehingga serumnya terpisah. Serum yang terpisah dimasukkan ke dalam botol yang tertutup rapat, selanjutnya dilakukan pemeriksaan kimiawi.

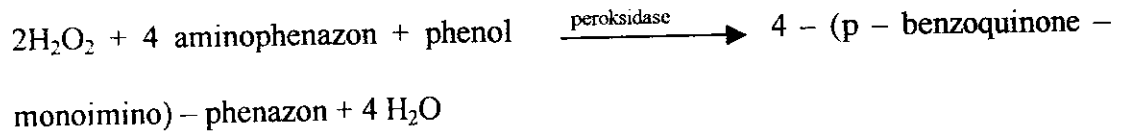
Lampiran 3 : Metode Pemeriksaan Kolesterol Total

Metode Pemeriksaan Kolesterol Total

Pemeriksaan kadar kolesterol total diawali dengan membuat Blangko Reagen (BR) yang berupa larutan reagen menurut metode CHOD - PAP sebanyak 2 ml. Kemudian dibuat larutan tes dengan memasukkan 0,02 ml serum kedalam tabung reaksi. Kedua larutan diatas dicampur hingga merata dan diinkubasi selama 20 menit pada 20-25^o C atau 5 menit pada 37^o C. Kemudian baca absorbans sampel terhadap larutan reagen dalam waktu 60 menit = ΔA sampel. Pembacaan dilakukan dengan menggunakan spectrophotometer dengan panjang gelombang Hg 546 nm. Blangko reagen yang telah dibuat dimasukkan spectrophotometer menggunakan kuvet untuk menunjukkan angka nol. Kemudian BR dikeluarkan diganti larutan tes untuk mengetahui kadar kolesterolnya. Untuk setiap seri pemeriksaan cukup menggunakan satu BR. Jika pengukuran tidak dapat dilakukan pada Hg 546 nm, harus dibuat kurva kalibrasi dengan menggunakan preciset cholesterol (cat. no 125 512). Nilai kolesterol dibaca dari kurva tersebut.

Prinsip Pemeriksaan :



**Reagensia yang diperlukan :**

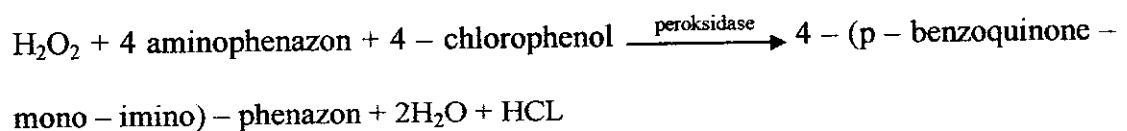
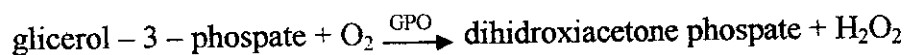
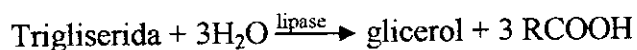
Tris buffer : 100 mmol ; pH 7,7 ; Mg^{2+} : 50 mmol/l ; 4 - aminophenazon : 1 mmol/l ;
sodium cholat : 10 mmol/l ; phenol : 6 mmol/l ; 3,4 - dichlorophenol : 4 mmol/l ;
fatty alcohol polyglycol ether : 0,6% ; kolesterol esterase $\geq 0,4$ U/ml ; kolesterol
oxidase $\geq 0,25$ U/ml ; peroxidase $\geq 0,2$ U/ml.

Lampiran 4 : Metode Pemeriksaan Triglisierida

Metode Pemeriksaan Triglisierida

Pada pemeriksaan triglisierida sebelumnya dibuat Blangko Reagen (BR) yang berupa larutan reagen triglisierida menurut metode GPO - PAP sebanyak 2 ml. Kemudian membuat larutan tes dengan memasukkan 0,02 ml serum kedalam tabung reaksi. Kedua larutan diatas dicampur hingga merata dan diinkubasi selama 10 menit pada 20-25⁰ C atau 5 menit pada 37⁰ C. Kemudian baca absorbans sampel terhadap larutan reagen dalam waktu 60 menit = A sampel. Pembacaan dilakukan dengan menggunakan spectrophotometer dengan panjang gelombang Hg 546 nm. Blangko reagen yang telah dibuat dimasukkan spectrophotometer menggunakan kuvet untuk menunjukkan angka nol. Kemudian BR dikeluarkan diganti larutan tes untuk mengetahui kadar triglisieridanya. Untuk setiap seri pemeriksaan cukup digunakan satu BR.

Prinsip Pemeriksaan :



Reagensia yang diperlukan :

ATP \geq 0,5 mmol/l ; 4 – aminopenazon : 0,35 mmol/l ; lipase \geq 3 U/ml ; glycerol phosphatase oxidase \geq 2,5 U/ml ; glycerol kinase \geq 0,2 U/ml ; peroxidase \geq 0,15U/ml ; 4 – chlorophenol : 3,5 mmol.

Lampiran 5 : Nilai Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total dan Trigliserida setelah Diberi Diet Tinggi Lemak Selama Satu Bulan



DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.

BALAI LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya 60285

Telp. Kepala Lab. (031) 5020705 – T.U. (031) 5021452 – P.O. Box. 6269 SBGB 60062



Nama Pemilik : Yhuni Ismhawati
 Jenis Pemeriksaan : Kolesterol Total dan Trigliserida
 Tanggal : 7 September 2000
 Alamat : Jl. Mulyorejo Utara No. 175

HASIL PEMERIKSAAN

Nomor	Kolesterol (mg/dl)	Trigliserida (mg/dl)
1	67	120
2	60	112
3	81	231
Total	208	463
Rata-rata	69,33 ± 10,69	154,33 ± 66,52

Surabaya,

BALAI LAB. KES. SBY.

Dr. n. KEPALA SEKSI PATOLOGI



Ambari

SUMARMI

Lampiran 6. Nilai Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Dan Trigliserida Serum Darah Tikus Putih Dengan Diet Tinggi Lemak Setelah Diberi Susu Kuda



DEPARTEMEN KESEHATAN R.I.
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya 60285

Telp. Kepala Lab. (031) 5020708 – T.U. (031) 5021452 - P.O. Box. 6269 SBGB 60062



Nama Pemilik : Yhuni Ismhawati
Jenis Pemeriksaan : Kolesterol Total dan Trigliserida
Tanggal : 2 Oktober 2000
Alamat : Jl. Mulyorejo Utara No. 175

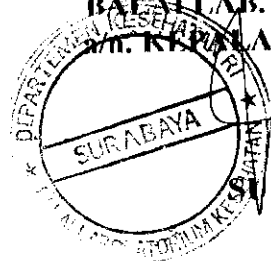
HASIL PEMERIKSAAN

KODE	Chol. (mg/dl)	TG (mg/dl)	KODE	Chol. (mg/dl)	TG (mg/dl)
P0.1	64	61	P2.1	60	76
P0.2	71	61	P2.2	65	53
P0.3	69	74	P2.3	66	45
P0.4	71	71	P2.4	61	41
P0.5	71	81	P2.5	64	40
P1.1	70	45	P3.1	70	49
P1.2	72	48	P3.2	84	47
P1.3	76	48	P3.3	85	46
P1.4	78	45	P3.4	71	59
P1.5	77	42	P3.5	78	75

Surabaya,

BAI ALAB. KES. SBY.

M. KEPALA SEKSI PATOLOGI



SUMARNI

Lampiran 7: Hasil Analisis Data Kadar Kolesterol Total Serum Darah Tikus Putih

Tikus	PERLAKUAN				TOTAL
	P0	P1	P2	P3	
1	64	70	60	70	
2	71	72	65	84	
3	69	76	66	85	
4	71	78	61	71	
5	71	77	64	78	
TOTAL	346	373	316	388	1423
Rata-rata	69,20	74,60	63,20	77,6	

$$FK = \frac{1423^2}{20} = 101246,45$$

$$JKT = 64^2 + 71^2 + \dots + 78^2 - 101246,45 = 910,55$$

$$JKP = \frac{346^2 + 373^2 + 316^2 + 388^2}{5} - 101246,45 = 602,55$$

$$JKS = 910,55 - 602,55 = 308$$

$$KTP = \frac{602,55}{3} = 200,85$$

$$KTS = \frac{308}{16} = 19,25$$

$$F_{hitung} = \frac{200,85}{19,25} = 10,434$$

$$F_{tabel}(0,05) = 3,24$$

SIDIK RAGAM KADAR KOLESTEROL TOTAL TIKUS PUTIH

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{0,05}
Perlakuan	3	602,55	200,85	10,434*	3,24
Sisa	16	308	19,25		
TOTAL	19	910,55			

- F_{hitung} > 0,05

Keterangan : bahwa pemberian susu kuda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar kolesterol total.

Lampiran 9 : Hasil Analisis Data Triglicerida Serum Darah Tikus Putih

Tikus	PERLAKUAN				TOTAL
	P0	P1	P2	P3	
1	61	45	76	49	
2	61	48	53	47	
3	74	48	45	46	
4	71	45	41	59	
5	81	42	40	75	
TOTAL	348	228	255	276	1107
Rata - rata	69,60	45,60	51,00	55,20	

$$FK = \frac{1107^2}{20} = 61272,45$$

$$JKT = 61^2 + 61^2 + \dots + 75^2 - 61272,45 = 3392,55$$

$$JKP = \frac{348^2 + 228^2 + 255^2 + 276^2}{5} - 61272,45 = 1585,35$$

$$JKS = 3392,55 - 1585,35 = 1807,2$$

$$KTP = \frac{1585,35}{3} = 528,45$$

$$KTS = \frac{1807,2}{16} = 112,95$$

$$F_{hitung} = \frac{528,45}{112,95} = 4,679$$

$$F_{tabel}(0,05) = 3,24$$

SIDIK RAGAM KADAR TRIGLISERIDA SERUM DARAH TIKUS PUTIH

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F0,05
Perlakuan	3	1585,35	528,45	4,679*	3,24
Sisa	16	1807,2	112,95		
TOTAL	19	3392,55			

- Fhitung > 0,05

Keterangan : bahwa pemberian susu kuda berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida.

Lampiran 10 : Hasil Beda Nyata Terkecil Kadar Trigliserida Serum Darah Tikus Putih

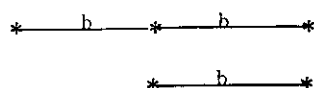
$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= 2,120 \times \sqrt{\frac{2 \times 112,95}{5}} \\ &= 14,249 \end{aligned}$$

SELISIH RATA – RATA PERLAKUAN

P	X	X-P0	X-P2	X-P3	BNT 5%
P0 ^a	69,60	24*	18,6*	14,4*	14,249
P3 ^b	55,20	9,6	4,2		
P2 ^b	51,00	5,4			
P1 ^b	45,60				

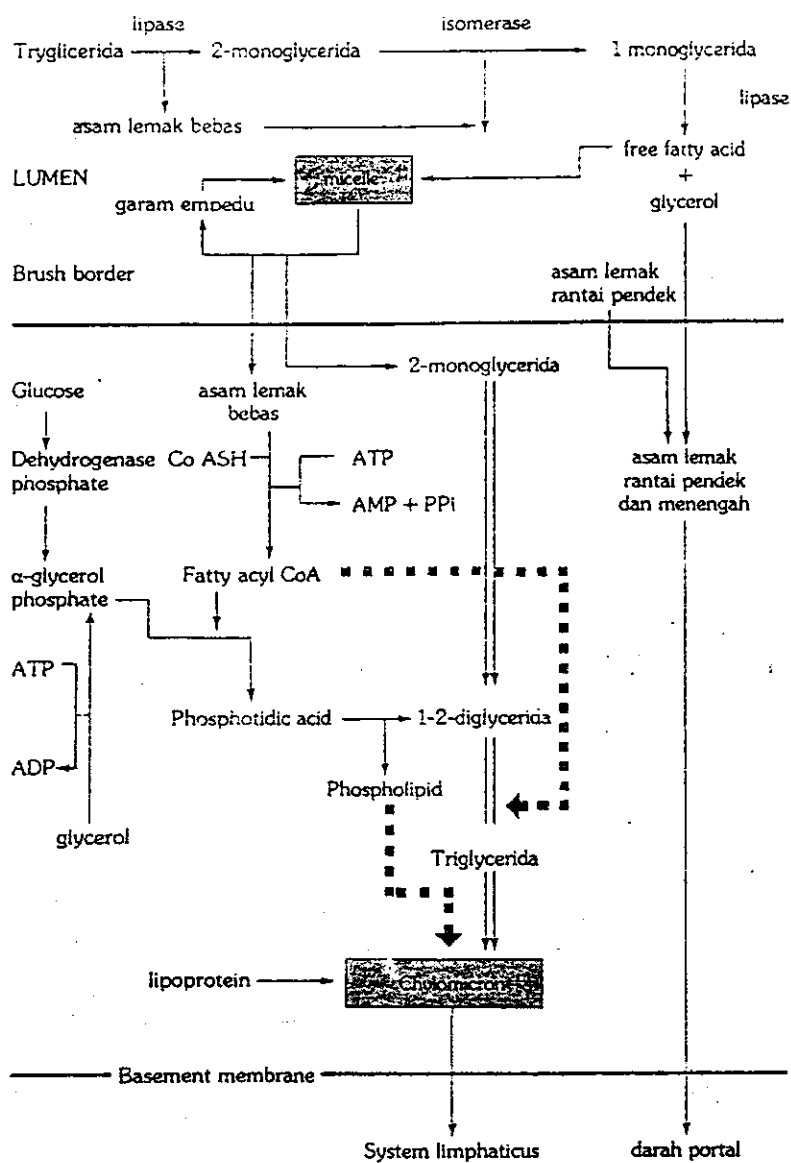
NOTASI :

P0^a P3^b P2^b P1^b
*^a

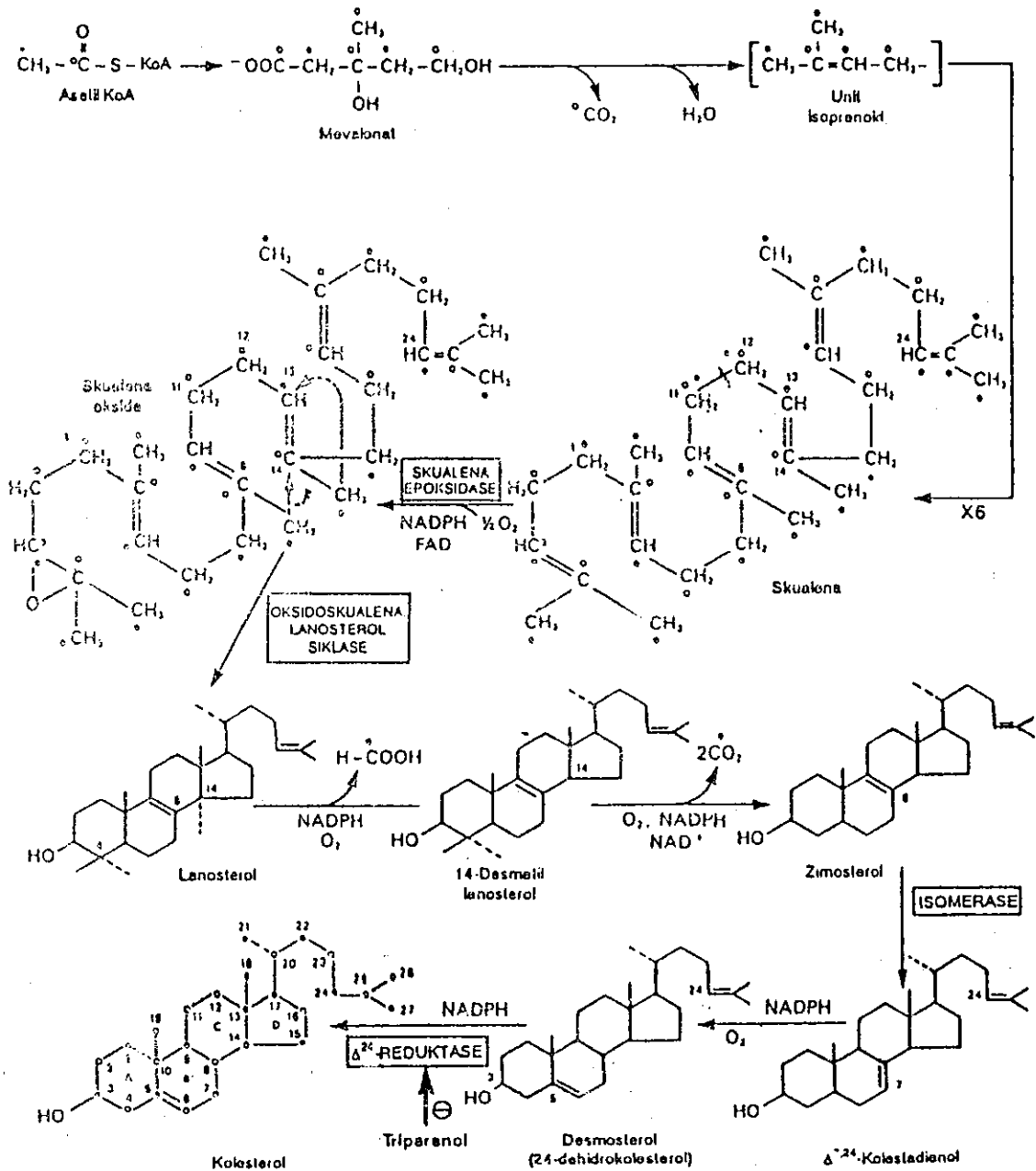


Keterangan : bahwa perlakuan pemberian susu kuda tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap penurunan kadar trigliserida pada tiap-tiap dosis.

Lampiran 11 : Bagan Metabolisme Lemak Non Ruminansia



Lampiran 12 : Bagan Metabolisme Kolesterol



Lampiran 13. Bagan Metabolisme Triglicerida

