

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH APEL
TERHADAP KADAR KOLESTEROL TOTAL DAN
KOLESTEROL-LDL DARAH MENCIT (*Mus musculus*)
HIPERKOLESTEROLEMIA**



OLEH:

HAPSARI BUDI SETYANINGSIH
MALANG - JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2003**

**PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH APEL
TERHADAP KADAR KOLESTEROL TOTAL DAN
KOLESTEROL-LDL DARAH MENCIT (*Mus
musculus*) HIPERKOLESTEROLEMIA**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Hewan

pada

Fakultas Kedokteran Hewan , Universitas Airlangga

Oleh :

HAPSARI BUDI SETYANINGSIH
NIM. 069812551

Menyetujui

Komisi Pembimbing,



(Lianny Nangoi, M. Kes.,Drh.)

Pembimbing pertama



(Sri Agus Sudjarwo, PhD.,Drh.)

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



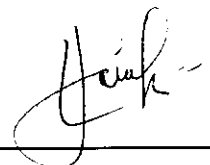
Tutik Juniastuti, M.Kes.,Drh.

Ketua



Rudy Sukanto S., M.Sc.,Drh.

Sekretaris



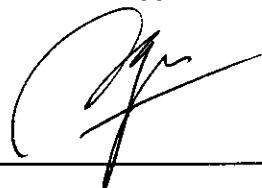
Retno Bijanti, M.S.,Drh.

Anggota



Lianny Nangoi, M. Kes.,Drh.

Anggota



Sri Agus Sudjarwo, PhD.,Drh.

Anggota

Surabaya, 7 Juli 2003

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan,



Prof. Dr. Ismudiono, M.S., Drh.

NIP 130.687.297

**PENGARUH PEMBERIAN CUKA SARI BUAH APEL
TERHADAP KADAR KOLESTEROL TOTAL DAN
KOLESTEROL-LDL DARAH MENCIT (*Mus
musculus*) HIPERKOLESTEROLEMIA**

Hapsari Budi Setyaningsih

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka sari buah apel terhadap kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL darah mencit hiperkolesterolemia.

Mencit (*Mus musculus*) jantan yang digunakan sejumlah 24 ekor, berumur sekitar 2 bulan dengan berat badan antara 25–30 gram. Rancangan percobaannya adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terbagi menjadi 4 perlakuan dan 6 ulangan. Data dianalisis dengan Analisis Ragam yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT 5%).

Semua hewan coba selama 5 minggu diberi pakan tinggi lemak hingga tercapai keadaan hiperkolesterolemia. Tahap perlakuan berlangsung selama 4 minggu dimana pada tahap ini dibagi menjadi 4 kelompok. P₀ merupakan kontrol hiperkolesterolemia yaitu pemberian pakan tinggi lemak dan aquades, sedangkan P₁, P₂ dan P₃ adalah perlakuan pemberian pakan tinggi lemak dan cuka sari buah apel dosis 0,08 ml; 0,12 ml dan 0,16 ml secara runut. Sebelum diberikan, cuka sari buah apel tersebut diencerkan 4 kali, kemudian langsung diberikan ke dalam lambung dua kali sehari, dengan menggunakan sonde yang telah dimodifikasi.

Hasil menunjukkan bahwa cuka sari buah apel dapat menurunkan kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL darah mencit hiperkolesterolemia ($p < 0,01$) bila dibandingkan dengan kontrol. Pada uji BNT 5% diketahui bahwa pengaruh terbesar terhadap penurunan kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL adalah perlakuan P₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan P₁ dan P₂ ($p < 0,05$).

KATA PENGANTAR

Keadaan hiperkolesterolemia terutama kolesterol-LDL erat kaitannya dengan kejadian aterosklerosis yang merupakan penyebab terjadinya penyakit jantung koroner. Banyak usaha yang dilakukan untuk mengatasi keadaan hiperkolesterolemia, salah satunya adalah mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung serat. Apel telah diketahui sebagai buah yang kaya akan serat dan sekarang ini banyak dikonsumsi dalam bentuk cuka sari buah apel.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efek dari pemberian cuka sari buah apel terhadap kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL darah mencit hiperkolesterolemia dan hasilnya dituangkan dalam tulisan ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga selesai penyusunan skripsi ini. Rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada Dr. Ismudiono, M.S., Drh selaku Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, Ibu Lianny Nangoi, M. Kes. Drh selaku dosen pembimbing I dan Bapak Sri Agus Sudjarwo, PhD. Drh selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan waktu yang diberikan.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Wahjo Djatmiko sebagai Ketua Tim Pengelola Kandang Hewan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Herman Setyono M.S Drh sebagai Kepala Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga atas kesempatan dan sarana yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Demikian pula kepada ayah dan ibu atas doa restunya. Untuk Dewi, Rina, Hendra, Asih, Agung, Mas Widi, Mas Adi, Pak Pardi dan Pak Kadi terima kasih atas semua bantuan dan dorongan semangatnya.

Akhirnya penulis sangat menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Walau demikian, semoga hasil-hasil yang tertuang dalam skripsi ini bermanfaat bagi yang membutuhkannya.

Surabaya, Mei 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
 BAB I . PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	3
I.3.Landasan Teori.....	4
I.4. Tujuan Penelitian.....	4
I.5. Manfaat Penelitian.....	5
I.6. Hipotesis Penelitian.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Kolesterol.....	6
II.2. Metabolisme Lipoprotein.....	8
II.2.1. Low Density Lipoprotein (LDL).....	10
II.3. Sumber Kolesterol	11
II.4. Apel dan Cuka Sari Buah Apel.....	11

II.5.1. Apel.....	11
II.5.2 Cuka Sari Buah Apel.....	13
BAB III. MATERI DAN METODE	
III.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
III.2. Bahan dan Peralatan Penelitian.....	15
III.2.1. Bahan Penelitian.....	15
III.2.2. Peralatan Penelitian.....	15
III.3. Metode Penelitian.....	16
III.3.1. Tahap Induksi Hiperkolesterolemia.....	16
III.3.2. Prosedur Penelitian.....	16
III.4. Peubah yang Diamati.....	18
III.5. Rancangan Penelitian dan Analisis Data.....	18
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	
IV.1. Kadar Kolesterol Total.....	19
IV.2. Kadar Kolesterol - LDL.....	20
BAB V. PEMBAHASAN.....	
V.1 Kolesterol Total	23
V.2. Kolesterol - LDL.....	26
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	
VI.1. Kesimpulan.....	28
VI.2. Saran.....	28

RINGKASAN.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Lipoprotein.....	9
2. Kandungan Nutrisi Apel Dalam 100 g.....	12
3. Rerata Kadar Kolesterol Total Serum Darah Mencit.....	19
4. Rerata Kadar Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit.....	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Rata-rata Kadar Kolesterol Total dan Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi Pakan Standart dan Pakan Lemak Tinggi.....	35
2. Metode Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Darah.....	36
3. Metode Pemeriksaan Kadar Kolesterol-LDL Darah.....	37
4. Kadar Kolesterol Total Serum Darah Mencit Setelah Pemberian Cuka Sari Buah Apel.....	38
5. Kadar Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit Setelah Pemberian Cuka Sari Buah Apel.....	39
6. Perhitungan Statistik Data Hasil Penelitian Kadar Kolesterol Total Serum Darah Mencit.....	40
7. Perhitungan Statistik Data Hasil Penelitian Kadar Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit.....	42
8. Kadar Kolesterol Total Dan Kolestreol-LDL Serum Darah Mencit Sebelum Pemberian Cuka Sari BuahApel.....	44
9. Uji t Data Hasil Kadar Kolesterol Total (mg/dl) Sampel Serum Darah Mencit Sebelum Pemberian Cuka Sari Buah Apel.....	45
10. Penentuan Dosis Cuka Sari Buah Apel.....	47
11. Rasio Luas Permukaan Tubuh Beberapa spesies Hewan Percobaan (Paget dan Barnes, 1964).....	48

BAB I PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Kolesterol telah dikenal sebagai penyebab utama terjadinya proses aterosklerosis yaitu pengapuran dan pengerasan dinding pembuluh darah khususnya pembuluh darah koroner, sehingga menjadi sempit dan menghalangi aliran darah di dalamnya. Keadaan ini meningkatkan resiko Penyakit Jantung Koroner (PJK). Berdasarkan Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) tahun 1992, penyakit kardiovaskuler merupakan penyebab kematian nomor satu untuk usia diatas 40 tahun (Dalimartha, 2001).

Tingginya kematian akibat penyakit kardiovaskuler ini terutama berhubungan dengan perubahan gaya hidup, makanan yang cenderung banyak mengandung lemak jenuh dan kurangnya pergerakan tubuh seiring dengan era industrialisasi yang berkembang pesat (Herman, 1991).

Setiap faktor yang meningkatkan resiko penyakit kardiovaskuler dikenal sebagai faktor-faktor resiko. Faktor resiko yang reversibel diantaranya adalah hipertensi, *type personality*, hiperkolesterolemia, obesitas, merokok, diabetes dan stress, sedangkan umur, jenis kelamin dan keturunan merupakan faktor resiko penyakit kardiovaskuler yang bersifat irreversibel (Sitepoe, 1992).

Dari semua faktor resiko yang bertalian dengan aterosklerosis, kolesterol darah adalah yang terpenting, yaitu salah satu faktor yang memberikan tanda

paling jelas. Secara umum bisa dikatakan bahwa pada tiap 1% peningkatan kadar kolesterol darah ada 2% peningkatan resiko terkena aterosklerosis (Heslet, 1997).

Kolesterol tidak hanya berasal dari makanan yang kita makan seperti otak, kuning telur, kulit ayam dan jeroan namun juga diproduksi oleh liver, sehingga sulit untuk meramalkan perubahan kadar kolesterol darah hanya dengan mengurangi konsumsi kolesterol. Selain itu ada juga sebagian orang (karena faktor genetik) yang tubuhnya kurang efisien dalam mengeluarkan kelebihan kolesterol. Penelitian menyatakan bahwa faktor keturunan mungkin disebabkan oleh kecenderungan bawaan terhadap kadar kolesterol tinggi dalam darah sebagai akibat memakan makanan yang mengandung lebih banyak lemak dan kolesterol. Ini berarti bahwa kadar kolesterol dalam darah bisa diturunkan dengan mengurangi makan lemak dan ini juga berlaku bagi orang-orang dengan kecenderungan bawaan berkadar kolestrol tinggi (Heslet, 1997).

Usaha yang dapat dilakukan untuk menurunkan kolesterol dalam darah yaitu dengan mengurangi konsumsi kolesterol, lemak jenuh dan kalori. Caranya banyak makan sayur dan buah sebagai sumber serat, membatasi makanan yang tinggi lemak jenuh dan kolesterolnya misalnya lemak hewan dan minyak kelapa serta mengurangi makanan yang manis-manis (karbohidrat sederhana) seperti gula pasir, sirup dan lain-lain (Dalimartha, 2001). Menurut Anderson (1993) diet kaya buah seperti jeruk, apel, anggur, wortel dan pisang dapat menurunkan kolesterol. Diet kaya serat ini dapat memperbaiki fungsi pencernaan, buang air besar umumnya lebih lancar, disamping itu juga menurunkan kolesterol, glukosa darah dan mengendalikan berat badan.

Apel merupakan sumber yang baik dari serat sehingga dapat membantu melancarkan pencernaan dan mencegah sembelit. juga sebagai sumber pektin yang diketahui sebagai suatu komponen serat yang dapat memerangi kolesterol. Selain itu melalui serangkaian penelitian apel terbukti dapat merangsang sistem kekebalan tubuh yang akan membantu menangkal penyakit, juga berfungsi sebagai antibiotik, pencegah penyebaran kanker, penyakit jantung dan paru. Maka tidaklah mengherankan kalau kita sering mendengar ungkapan *An apple a day keeps the doctor away* (Butland, 2000).

Sekarang ini apel tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk alami (buah segar), tapi juga dalam bentuk jus atau cuka sari buah apel (sari buah apel yang difermentasikan). Gerswin peneliti dari University of California-Davis (1999) menemukan bahwa baik jus apel ataupun apel sama-sama mengandung komponen yang juga menyehatkan bagi tubuh kita, akan tetapi jika kita mengkonsumsi dalam bentuk sari buah apel/jus apel disarankan untuk tidak membuang kulit buahnya karena di dalamnya mengandung pektin yang telah diketahui dapat menurunkan kolesterol (Kusuma, 2000).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, timbul permasalahan apakah cuka sari buah apel (sari buah apel yang difermentasikan) dapat menurunkan kolesterol total dan kolesterol-LDL darah pada mencit hiperkolesterolemia ?

I.3. Landasan Teori

Hiperkolesterolemia (kolesterol yang berlebihan dalam darah) merupakan faktor utama terjadinya penyakit kardiovaskuler. Tingginya kadar kolesterol, khususnya kolesterol-LDL meningkatkan kecenderungan untuk terjadinya aterosklerosis (Montgomery dkk., 1993).

Pengendalian hiperkolesterolemia bisa dilakukan dengan jalan diet, olahraga maupun obat-obatan. Akan tetapi prinsip utama dari pengobatan hiperkolesterolemia ialah mengatur diet yang dapat mempertahankan berat badan normal dan mengurangi kadar lipid plasma. Makanan berserat merupakan komponen penyusun diet yang amat penting karena dapat membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Serat makanan adalah bahan makanan dari tanaman yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan (Baraas, 1996).

Apel merupakan sumber serat yang paling baik, harganya relatif terjangkau dan mudah didapat. Selain itu kandungan vitamin antara lain vitamin A, B, C dan mineralnya cukup baik dan yang paling penting apel mengandung pektin yang dapat menurunkan kolesterol serta kadar lemak dalam apel sangat sedikit (Dalimartha, 2001).

I.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek pemberian cuka sari buah apel terhadap kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL darah pada mencit hiperkolesterolemia.

I.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberi informasi mengenai khasiat cuka sari buah apel sebagai bahan obat alternatif penurun kolesterol total dan kolesterol-LDL.

I.6. Hipotesis Penelitian

Cuka sari buah apel dapat menurunkan kolesterol total dan kolesterol-LDL darah mencit hiperkolesterolemia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Kolesterol

Lemak dalam makanan dan tubuh mammalia meliputi trigliserida, fosfolipid dan kolesterol (Guyton, 1994).

Kolesterol merupakan sterol utama dalam tubuh yang berfungsi sebagai bahan penyusun membran sel dan lapisan lipoprotein plasma. Sebagian besar kolesterol yang ada pada membran sel terdapat dalam bentuk bebas maupun berikatan dengan asam lemak rantai panjang sebagai kolesterol ester (Glew, 1982). Kolesterol kandungannya rendah dalam lemak tumbuhan tetapi banyak pada lemak hewan. Kolesterol disebut sebagai 3-Hidroksi 5,6-kolesten (Mayes, 1999).

Pada dasarnya kolesterol dibagi dua yaitu kolesterol eksogen dan kolesterol endogen. Kolesterol eksogen merupakan kolesterol yang berasal dari makanan. Pencernaan kolesterol dari makanan berlangsung bersamaan dengan pencernaan lemak yang lain. Ester kolesterol yang merupakan bagian terbesar dari kolesterol eksogen, dihidrolisis oleh enzim kolesterol esterase pankreas menjadi kolesterol bebas dan asam lemak (Brody, 1994). Kolesterol yang bersifat kurang larut dalam air ini mengalami emulsifikasi oleh garam empedu sehingga dapat larut dalam air dan mudah diabsorpsi oleh mukosa usus. Sebagian besar kolesterol bebas diesterifikasi kembali menjadi ester kolesterol oleh enzim *acyl CoA: cholesterol acyltransferase* (ACAT) didalam sel epitel mukosa usus. Kemudian

bersama-sama trigliserida dan fosfolipid, kolesterol bergabung menjadi globul lemak (Glew, 1993; Brody, 1994; Guyton, 1994).

Selain itu tubuh juga dapat mensintesis kolesterolnya sendiri yang disebut kolesterol endogen. Kolesterol endogen diperoleh dari sintesis *de Novo* yang dapat dilakukan semua sel berinti, terutama oleh hati. Proses ini membutuhkan asetil KoA sebagai bahan dasarnya, yang diubah menjadi *3-Hidroxy-3-methylglutaryl-CoA* (HMB KoA). Dengan bantuan enzim HMG KoA reduktase, HMG KoA dikonversikan menjadi mevalonat kemudian membentuk zat antara (skualena) dari enam unit isoprenoid. Skualena mengalami siklisasi membentuk lanosterol yang kemudian diubah menjadi kolesterol (Mayes, 1990; Glew, 1993).

Fungsi kolesterol meliputi tiga hal, yaitu elemen struktural membran plasma, prekursor (bahan dasar) garam empedu dan hormon steroid termasuk aldosteron, estrogen, testosteron, dan vitamin D (Brody, 1994). Akan tetapi penggunaan kolesterol tubuh yang paling besar adalah untuk membentuk asam kolat dalam hati. Asam kolat dikonjugasikan dengan zat lain untuk membentuk garam empedu yang nantinya akan digunakan untuk membantu pencernaan dan absorpsi lemak (Guyton, 1994).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar kolesterol dalam darah adalah kenaikan jumlah kolesterol yang dicerna tiap hari, makanan yang mengandung lemak jenuh, kekurangan hormon tiroid, diabetes mellitus (kekurangan hormon insulin) serta hormon seks wanita dan pria. (Guyton, 1994).

II.2. Metabolisme Lipoprotein

Lipid sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk berbagai macam keperluan dan dibawa dari satu jaringan ke jaringan yang lain melalui plasma darah. Lipid bersifat tidak larut dalam air (hidrofobik) sehingga untuk pengangkutannya dibutuhkan sejenis protein yang disebut lipoprotein yang larut dalam air (Sumaji, 1990). Lipoprotein merupakan partikel dengan struktur tertentu yang bagian intinya terdiri dari lemak-lemak non polar (trigliserida dan ester kolesterol) dan dikelilingi oleh lemak-lemak polar yang terdiri dari fosfolipid, kolesterol bebas dan protein yang disebut apoprotein (Mayes, 1990).

Berdasarkan pemisahan dengan ultrasentrifugasi, lipoprotein dibagi menjadi 5 kelas utama yaitu kilomikron, VLDL (*very low density lipoprotein*), IDL (*intermediate density lipoprotein*), LDL (*low density lipoprotein*) dan HDL (*high density lipoprotein*) (Bondy dan Rosenberg, 1980; Montgomery dkk, 1993). Komposisi masing-masing lipoprotein pada manusia dapat dilihat pada tabel 1.

Trigliserida dan kolesterol yang berasal dari makanan dalam usus dikemas sebagai kilomikron. Kilomikron ini akan diangkut dalam saluran limfe lalu kedalam darah melalui duktus torasikus. Di dalam jaringan lemak, trigliserid dalam kilomikron mengalami hidrolisis oleh lipoprotein lipase. Akibat hidrolisis ini akan terbentuk asam lemak dan kilomikron *remnant*. Asam lemak bebas ini akan diubah menjadi trigliserid kembali (cadangan) atau dioksidasi (energi) (Guyton, 1994), sedang kilomikron *remnant* adalah partikel yang kaya akan ester kolesterol dan apo-E ini kemudian diambil oleh hati (Brody, 1994).

Tabel 1. Komposisi Lipoprotein

Fraksi	Komposisi						
	Protein (%)	Lemak Total (%)	Presentase Lemak Total				
			Tg	Fl	Ek	K	FFA
Kilomikron	1-2	98-99	88	8	3	1	-
VLDL	7-10	90-93	56	20	15	8	1
IDL	11	89	29	26	34	9	1
LDL	21	79	13	28	48	10	1
HDL2	33	67	16	43	31	10	-
HDL3	57	43	13	46	29	6	6

TG, trigliserida; FL, fosfolipid; EK, ester kolesterol; K, kolesterol; FFA, asam lemak bebas.

Sumber : Mayes (1990).

Lipoprotein yang berasal dari hati yaitu VLDL akan membawa kolesterol beserta trigliserida dan fosfolipid dari hati ke sirkulasi darah. Partikel-partikel VLDL di pembuluh kapiler berinteraksi dengan enzim LPL membebaskan trigliserida. Lipoprotein yang kehilangan sebagian trigliseridanya disebut IDL. Kemudian IDL mengalami hidrolisis lebih lanjut menjadi LDL. Terakhir LDL diterima oleh jaringan perifer melalui pengenalan apo-B reseptor (Montgomery dkk, 1993; Brody, 1994).

II.2.1. *Low Density Lipoprotein (LDL)*

Low Density Lipoprotein (LDL) merupakan lipoprotein pengangkut kolesterol terbesar pada manusia (70% total). Partikel LDL mengandung trigliserida sebanyak 13%, ester kolesterol 48% dan kolesterol bebas 10% (Mayes, 1990).

LDL merupakan metabolit VLDL, fungsinya membawa kolesterol ke jaringan perifer (untuk sintesis membran plasma). Kadar LDL plasma tergantung dari banyak faktor termasuk kolesterol dalam makanan, asupan lemak jenuh, kecepatan produksi dan eliminasi LDL dan VLDL (Suyatna dan Tony, 1999).

Proses pengambilan LDL dari darah ke dalam sel dimulai dengan pengenalan apoprotein B-100 oleh reseptor LDL pada membran sel yang berupa cekungan berlapis protein yang disebut *clathrin*. Dengan cara endositosis LDL masuk ke dalam sel dan berfusi dengan lisosom yang mengandung beberapa enzim esterase kolesterol lisosom. Saat itu juga reseptor LDL terlepas dari LDL dan kembali ke membran sel. Ester kolesterol dari LDL mengalami hidrolisis oleh enzim esterase kolesterol lisosom menghasilkan kolesterol bebas dan molekul asam lemak rantai panjang. Kolesterol bebas ini kemudian berdifusi ke dalam sitoplasma. Hal ini mengakibatkan hambatan aktivitas enzim HMG KoA reduktase dan sintesis kolesterol. Pada saat yang sama enzim ACAT dalam retikulum endoplasma diaktivasi untuk membantu pembentukan ester kolesterol. Akumulasi kolesterol dalam sel ini kemudian menghambat pengambilan LDL oleh reseptor LDL. Fenomena ini dinamakan mekanisme *down regulation*.

Kenaikan kadar LDL dalam darah memperbesar kecenderungan untuk terjadinya aterosklerosis (Mayes, 1990; McGarry, 1993; Montgomery dkk).

II.3. Sumber Kolesterol

Sumber kolesterol yang dipakai dalam penelitian ini adalah lemak babi. Tujuan utama pemeliharaan babi adalah untuk produksi daging ataupun lemak. Lemak babi biasanya digunakan dalam penyiapan makanan terutama yang digoreng (Williamson and Payne, 1993).

Berbagai bahan pangan mengandung lemak jenuh dan semua lemak berasal dari hewani (lemak jenuhnya dominan), tapi ada juga lemak nabati yang mengandung lemak jenuh tinggi. Setiap 100 g lemak babi mengandung 902 kal dan 171 mg % kolesterol (Sitepoe, 1993).

II.4. Apel dan Cuka Sari Buah Apel

II.4.1. Apel (*Pyrus malus*)

Apel termasuk dalam famili *Rosaceae*. Tanaman ini berasal dari pegunungan Caucasus di Asia Barat dan Eropa Timur. Apel dikenal sebagai rajanya buah-buahan karena selain banyak manfaatnya, juga dijumpai hampir seluruh negara didunia. Jenis buah apel sangat beragam diantaranya yang banyak dikonsumsi di Indonesia adalah apel Anna, Manalagi, *Rome Beauty*, *Pink lady*, *Princess Noble*, *Granny Smith* dan lain-lain. Nutrisi yang terkandung dalam semua jenis apel pada dasarnya sama, yang berbeda umumnya hanya pada kadar

air, keasaman dan vitamin C nya (Soelarso B, 1997). Kandungan nutrisi secara umum dari apel dapat diketahui dalam tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Apel dalam 100 gram

Nutrisi	Unit	Nilai gizi dalam 100 g
Energi	kal	58
Protein	g	0.3
Lemak	g	0,4
Karbohidrat	g	14,9
Serat	g	0.7
Air	%	84,1
Vitamin		
Vitamin A	RE	24
Vitamin B1	mg	0,04
Vitamin B2	mg	0,03
Vitamin C	mg	5
Niasin	mg	0,1
Mineral		
Kalsium	g	6
Fosfor	g	10
Besi	g	1,3
Hidrat arang	g	14,9

Kal, kalori; g, gram

Sumber: D.C Jarwis (1988); Wirakusumah (1997)

Rahasia apel sebagai obat terletak pada kandungan pektin yang merupakan serat larut dalam air. Pektin yang terdapat dalam kulit buah apel ini merupakan salah satu tipe serat kasar yang mempunyai banyak keuntungan karena berbentuk gel. Pektin bila dikombinasikan dengan serat alami lain dan

garam mineral akan membentuk suatu campuran laksatif (pencuci perut) yang luar biasa yang akan melepaskan kotoran dalam usus besar. Pektin juga dikenal sebagai anti kolesterol, secara teknis serat memang bukan nutrisi tapi serat membantu pencernaan dan berfungsi secara baik menurunkan kolesterol (Wirakusumah, 1997). Suatu penelitian di Universitas Florida di Gainesville, kolesterol bahkan dapat turun rata-rata 7,2% apabila minum tiga sendok pektin setiap hari (Baraas, 1993).

Apel juga mengandung vitamin C yang telah lama diketahui sebagai zat antioksidan dan meningkatkan daya tahan tubuh (Butland, 2000). Vitamin C juga berfungsi untuk mencegah timbulnya penyakit kardiovaskuler yaitu vitamin C berperan menjadi perantara sebagai enzim pada pemecahan kolesterol menjadi asam dan garam empedu (Sitepoe, 1992).

Dibanding buah jeruk, apel mengandung 50% lebih banyak vitamin A. Vitamin ini berfungsi menyembuhkan inflamasi dan infeksi serta menjaga mata dalam keadaan baik. Kandungan mineral pada apel antara lain zat besi dan kalsium, meskipun kandungannya tidak tinggi tapi juga bermanfaat bagi tubuh (Wirakusumah, 1997).

II.5.2. Cuka Sari Buah Apel

Selain dikonsumsi dalam bentuk segar, apel juga dapat dikonsumsi dalam bentuk lain yaitu sari buah apel /jus apel. Pada dasarnya kandungan gizi antara apel dan jus apel tidaklah begitu banyak bedanya. Menurut Gerswin (1999) peneliti dari University of California Davis School of Medicine menyebutkan

bahwa kandungan gizi yang terdapat pada satu cangkir jus apel secara umum adalah sebagai berikut : kalsium 22 mg, fosfor 15 mg, zat besi 15 mg, sodium 15 mg, potassium 250 g, vitamin C 2 mg, vitamin A 20 IU dan sedikit vitamin B kompleks. Dalam membuat jus apel yang perlu diperhatikan adalah jangan membuang kulitnya, karena 1/3 dari serat apel terdapat dalam kulitnya. Serat ini mengandung pektin yang diketahui dapat menurunkan kolesterol.

Cuka sari buah apel merupakan salah satu alternatif lain untuk memperoleh khasiat dari apel. Cuka sari buah apel ini dibuat dari sari buah apel yang telah difermentasikan, dengan 5% keasaman cuka. Sari buah apel ini diperoleh dengan jalan buah apel dicuci bersih dan dipotong-potong tanpa mengupas kulitnya, lalu dihancurkan/diblender dan diperas. Hasil perasan tersebut ditambah gula, lalu ditaruh dalam wadah dan dipasteurisasi. Sari buah apel yang sudah jadi ini difermentasi dengan bantuan *saccharomyces* dan *acetobacter* kurang lebih selama 2-3 hari.

Menurut direktur produksi cuka apel Kalimosodo bahwa cuka apel mengandung pektin yang dapat membatasi jumlah lemak dalam tubuh (Santoso, 2002).

BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

III.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kandang Hewan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Pemeriksaan sampel dilakukan di Instalasi Laboratorium Patologi Klinik RSUD Kabupaten Sidoarjo. Penelitian berlangsung bulan November 2002 sampai dengan Januari 2003.

III.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

III.2.1. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan 24 ekor mencit *Mus musculus* jantan berumur 2 bulan dengan berat badan berkisar 25-30 gram yang diperoleh dari PUSVETMA Surabaya.

Pakan perlakuan terdiri dari tepung jagung, tepung terigu, tepung ikan, tepung kacang hijau, vitamin mix, lemak babi, cuka sari buah apel merek Kalimosodo dan air minum PDAM yang tidak dimasak. Bahan kimia yang digunakan adalah dietil eter, reagen CHOD-PAP kolesterol total dan reagen PVS kolesterol-LDL.

III.2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk tahap persiapan adalah timbangan Berkel, gilingan pembuat pellet, penangas air, ayakan, kandang mencit beserta perlengkapannya. Tahap pelaksanaan alat yang dibutuhkan adalah sonde yang

telah dimodifikasi, alat suntik 3 ml, tabung penampung darah, pipet, *syring disposable*, sentrifus, fotometer 4020 Hitachi, kuvet, dan mikropipet.

III.3. Metode Penelitian

III.3.1. Tahap Induksi Hiperkolesterolemia

Sebelum penelitian dimulai hewan coba diadaptasikan terlebih dahulu selama satu minggu, yaitu mencit diberi pakan standar dan air secara *ad libitum*. Kemudian dilakukan pengambilan sampel darah sebanyak 1 ml dari hewan coba secara random untuk mengetahui kadar normal kolesterol total sebelum dilakukan induksi dengan pakan tinggi lemak. Setelah masa adaptasi semua hewan coba mencit diberi pakan tinggi lemak berupa pellet, komposisi dan cara pembuatan pellet selengkapnya ada pada lampiran 1. Pakan tinggi lemak diberikan selama 5 minggu, pada akhir minggu ke-5 dilakukan pengambilan sampel secara acak sejumlah 6 ekor mencit untuk pemeriksaan terhadap serum darah kadar kolesterol totalnya. Tahap ini bertujuan membuktikan bahwa pakan tinggi lemak dapat menciptakan keadaan hiperkolesterolemia (Matali, 1994; Prabowo G, 1995).

III.3.2. Prosedur Penelitian

Setelah 5 minggu hewan coba diberi pakan tinggi lemak dan keadaan hiperkolesterolemia sudah tercapai, 24 ekor mencit dibagi menjadi 4 perlakuan secara acak dan tiap perlakuan terdiri dari 6 ulangan. Hewan coba ini ditempatkan dalam kandang plastik dan setiap kandang ditempatkan 6 ekor hewan

coba sesuai dengan ulangan masing-masing. Perlakuan yang dibuat adalah sebagai berikut :

- P₀ : Pemberian pakan tinggi lemak + aquadest, kontrol hiperkolesterolemia
- P₁ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,08ml
- P₂ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,12ml
- P₃ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,16ml

Dosis yang digunakan adalah dosis cuka sari buah apel yang biasa dikonsumsi oleh manusia perhari, kemudian dikonversikan sehingga diperoleh dosis tersebut diatas (Lampiran 10). Sebelum diberikan, cuka sari buah apel ini diencerkan terlebih dahulu dengan pengenceran 4 kali. Pemberian cuka apel dilakukan dua kali sehari sesuai dosis yang telah ditentukan selama 4 minggu dengan menggunakan sonde yang sudah dimodifikasi. Selama perlakuan semua kelompok mencit tetap diberikan pakan tinggi lemak sebesar 4-5 g per hari.

Pada akhir perlakuan , dilakukan pengambilan sampel darah untuk diadakan pemeriksaan terhadap kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL serum darah mencit. Sebelumnya hewan coba dipuasakan selama 12 jam, tetapi air minum diberikan seperti biasa.

Mencit dianastesi dengan dietil eter secara inhalasi, kemudian darah diambil sebanyak 1 ml dari jantung dengan *syring disposable*. Darah yang diperoleh ditampung dalam tabung tanpa antikoagulan, dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dan kemudian dipusingkan pada 1000 x g selama 20 menit. Serum darah yang didapat, selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk diperiksa

kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL dari masing-masing hewan coba. Pemeriksaan kolesterol total dilakukan dengan cara hidrolisis enzimatis, kolesterol yang dibebaskan ditera secara kolorimetris. Pada penelitian ini digunakan kit kolesterol CHOD-PAP dari Boehringer Mannheim GmbH, yang membutuhkan serum darah sebanyak 20 μ l, sedangkan kolesterol-LDL dengan metode *polivinil sulfat* (PVS), membutuhkan 200 μ l. Pembacaan dilakukan menggunakan fotometer 4020 Hitachi (Lampiran 2 dan 3).

III.4. Peubah Yang Diamati

Peubah bebas yang diamati dalam penelitian ini adalah cuka sari buah apel dan peubah tidak bebasnya adalah kolesterol total dan kolesterol-LDL darah mencit.

III.5. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Data yang diperoleh pada akhir penelitian dianalisis dengan menggunakan ANAVA (*Analysis of Variance*). Bila hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT 5%

BAB IV

HASIL PENELITIAN

BAB IV

HASIL PENELITIAN

IV.1. Kadar Kolesterol Total

Setelah dilakukan pemeriksaan awal terhadap kadar kolesterol total serum darah mencit sebelum pemberian cuka sari buah apel, diperoleh hasil rerata $90 \pm 4,24$ mg/dl untuk mencit dengan pakan standar dan $123,67 \pm 8,26$ mg/dl untuk mencit dengan pakan tinggi lemak (Lampiran 8). Hasil pemeriksaan akhir kadar kolesterol total pada mencit hiperkolesterolemia yang mendapat perlakuan pemberian cuka sari buah apel selama 4 minggu selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4 dan rerata kadar kolesterol serum pada penelitian dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Rerata Kadar Kolesterol Total Serum Darah Mencit

Perlakuan	Kolesterol Total (mg/dl)
P ₀	$180,33 \pm 7,12^a$
P ₁	$124,0 \pm 9,94^b$
P ₂	$123,0 \pm 13,08^{bc}$
P ₃	$111,83 \pm 3,97^d$

Keterangan: superskrip yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$)

Dari hasil analisis statistik dengan metode ANAVA (*Analysis of Variance*) diperoleh hasil F hitung ($67,93$) > F tabel $0,01$ ($4,94$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata diantara perlakuan ($p < 0,01$).

Selanjutnya setelah dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT 5%) diperoleh hasil bahwa dosis 0,16 ml/ekor/hari (P_3), adalah dosis yang memberikan pengaruh paling besar terhadap penurunan kadar kolesterol total serum darah mencit hiperkolesterolemia yang berbeda nyata dengan dosis 0,12 ml/ekor/hari (P_2) dan dosis 0,08 ml/ekor/hari (P_1), tetapi pada dosis 0,12 ml/ekor/hari (P_2) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan dosis 0,08 ml/ekor/hari (P_1).

IV.2. Kadar Kolesterol – LDL

Hasil pemeriksaan kadar kolesterol-LDL serum darah mencit hiperkolesterolemia yang mendapat perlakuan pemberian cuka sari buah apel selama 4 minggu selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5, dan rerata kadar kolesterol – LDL serum darah mencit dapat dilihat pada tabel 4.

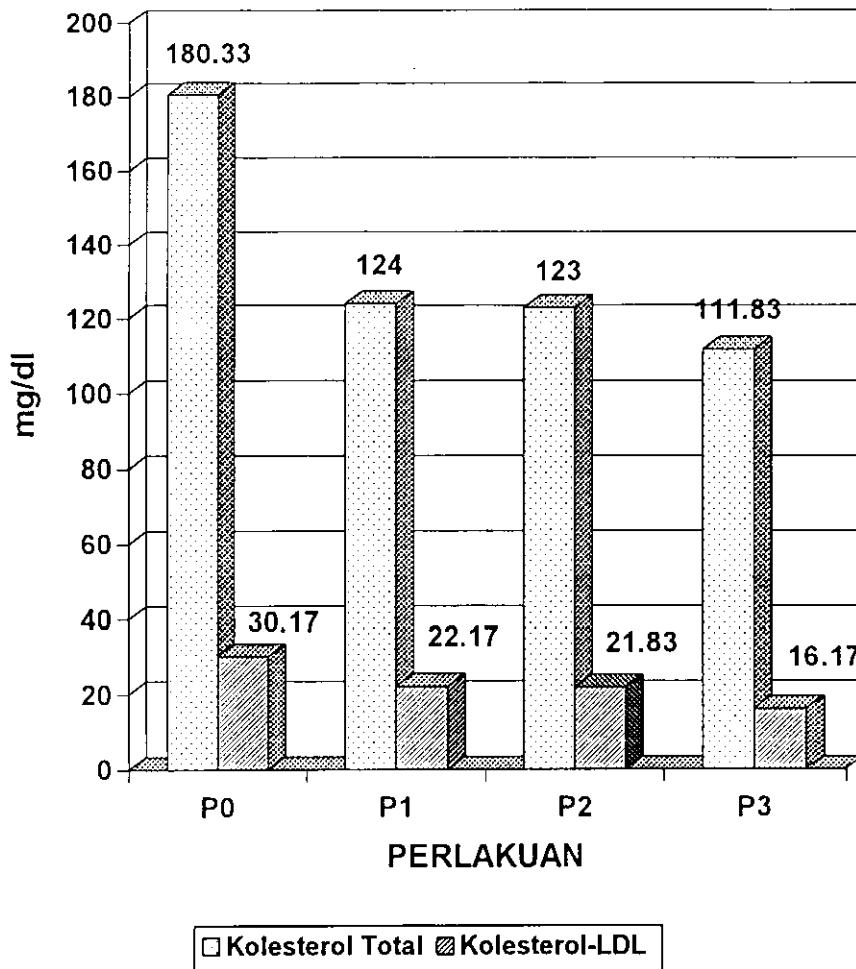
Tabel 4. Rerata Kadar Kolesterol-LDL serum darah mencit

Perlakuan	Kadar Kolesterol – LDL (mg/dl)
P_0	$30,17 \pm 3,49^a$
P_1	$22,17 \pm 2,86^b$
P_2	$21,83 \pm 3,19^{bc}$
P_3	$16,17 \pm 2,79^d$

Keterangan : superskrip yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$)

Dari hasil analisis statistik dengan metode ANAVA (*Analysis of Variance*) diperoleh hasil F hitung ($20,78$) $>$ F tabel $0,01$ ($4,94$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata diantara perlakuan ($p < 0,01$).

Selanjutnya setelah dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT 5%) diperoleh hasil bahwa dosis 0,16 ml/ekor/hari (P_3), adalah dosis yang memberikan pengaruh paling besar terhadap penurunan kadar kolesterol total serum darah mencit hiperkolesterolemia yang berbeda nyata dengan dosis 0,12 ml/ekor/hari (P_2) dan 0,08 ml/ekor/hari (P_1), sedangkan dosis 0,12 ml/ekor/hari (P_2) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan dosis 0,08 ml/ekor/hari (P_1).



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Kadar Kolesterol Total dan Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit

P₀ : Pemberian pakan tinggi lemak + aquadest, kontrol hiperkolesterolemia

P₁ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,08ml

P₂ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0.12ml

P₃ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,16ml

BAB V

PEMBAHASAN

BAB V

PEMBAHASAN

V.1. Kolesterol Total

Dari data hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa pemberian cuka sari buah apel pada mencit hiperkolesterolemia memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar kolesterol total serum darah mencit hiperkolesterolemia ($p < 0,01$). Penurunan kadar kolesterol total yang terbesar terdapat pada pemberian cuka sari buah apel dengan dosis 0,16 ml (P_3) yang berbeda nyata dengan pemberian dosis 0,12 ml (P_2) dan 0,08 ml (P_1).

Adanya pengaruh berupa penurunan kolesterol ini menunjukkan bahwa cuka sari buah apel mempunyai khasiat sebagai antihiperkolesterolemia. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan Santoso (2002) dan Wirakusumah (1997) bahwa cuka sari buah apel mengandung pektin yang mempunyai kemampuan menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Pektin merupakan salah satu jenis serat yang larut dalam air (*soluble fiber*) biasanya terdapat pada golongan buah-buahan, kacang-kacangan dan sayur-sayuran. Serat jenis ini antara lain berfungsi untuk mengikat lemak seperti kolesterol dan mengeluarkannya melalui tinja, mengikat asam empedu, dan berperan dalam pengontrolan kadar gula darah (Heslet, 1997).

Pektin sebagai serat yang larut air, di dalam tubuh akan menyerap air dan membentuk gel yang dapat membantu memperlambat perjalanan zat makanan meninggalkan perut untuk memasuki usus kecil (Linder, 1992). Selain itu juga dapat membatasi jumlah lemak yang diserap oleh tubuh yaitu pektin bertindak sebagai pengikat air yang kuat dan menggunakannya untuk membebaskan sel dari gumpalan lemak (Kusuma, 2000; Wirakusumah, 1997).

Fungsi lain dari pektin adalah dapat mengikat asam empedu. Hal ini dikemukakan oleh Sitepoe (1992) dan Heslet (1997) bahwa mekanisme penurunan kolesterol tersebut dikarenakan serat larut ini mengikatkan dirinya ke asam empedu yang diproduksi oleh hati dan mengeliminasi ke dalam usus untuk diekskresikan sebagai feses, dengan demikian maka hati harus memproduksi lebih banyak asam empedu untuk mengganti asam empedu yang hilang. Tubuh akan mengambil kolesterol untuk membentuk asam empedu kembali. Mekanisme ini akan berulang terus-menerus jika asupan serat dalam tubuh terpenuhi, sehingga kadar kolesterol dalam darah akan berkurang secara perlahan.

Sari buah apel juga mengandung serat yang disebut dengan *Roughage* atau serat tidak larut (Kusuma, 2000). Serat ini tidak dapat larut dalam air dan juga dalam saluran pencernaan, namun berperan mempercepat laju pengeluaran feses dengan meningkatkan tekstur dan volume tinja sehingga memperpendek waktu transit makanan dalam usus (Winarsi, 2001). Pendapat ini didukung oleh Suyono (2001) dimana serat dapat menghasilkan kotoran yang lembek sehingga diperlukan kontraksi otot yang rendah untuk mengeluarkan feses dengan lancar

serta merangsang gerakan peristaltik usus sekaligus memudahkan pengeluaran sisa-sisa makanan termasuk lemak dan aneka macam produk hasil metabolisme tubuh yang tidak diperlukan.

Vitamin C berperan mencegah timbulnya penyakit kardiovaskuler, yaitu vitamin C menjadi perantara sebagai enzim pada pemecahan kolesterol menjadi asam dan garam empedu. Rianto dan Soetowo (1985) menjelaskan bahwa tubuh tidak mampu memecah dan mengubah inti steroid menjadi CO_2 dan H_2O , sehingga kolesterol harus dikeluarkan dari tubuh secara utuh atau diubah menjadi asam empedu. Untuk mengubah kolesterol menjadi asam empedu diperlukan vitamin C, dengan demikian kehadiran vitamin C yang dikandung dapat menurunkan kadar kolesterol melalui peningkatan ekskresinya. Defisiensi vitamin C dapat menyebabkan terganggunya proses pengubahan kolesterol menjadi asam-asam empedu. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan kadar kolesterol dalam darah.

Kandungan *malic acid* pada cuka sari buah apel juga dapat membantu menstimulasi proses pencernaan, karena bahan ini dibuat melalui fermentasi maka cuka sari buah apel penuh dengan substansi kuat yang berikatan dengan unsur basa dan mineral dalam tubuh untuk menghasilkan aksi pembersihan sel. Cuka sari buah apel ini disimpan dalam tubuh dalam bentuk glikogen yang memiliki efek lepas lambat sehingga membuang lemak dari tubuh dengan periode tertentu (Kusuma, 2000).

V.2. Kolesterol – LDL

Dari data hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa pemberian cuka sari buah apel memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar kolesterol - LDL serum darah mencit hiperkolesterolemia ($p < 0,01$). Penurunan kadar kolesterol-LDL yang terbesar terdapat pada pemberian cuka sari buah apel dengan dosis 0,16 ml (P_3) yang berbeda nyata dengan pemberian dosis 0,12 ml (P_2) dan 0,08 ml (P_1).

Penelitian yang dilakukan Gerswin (1999), peneliti dari Universitas of California Davis School of Medicine memperlihatkan bahwa apel atau sari buah apel mengandung senyawa yang disebut fitonutrient. Senyawa ini memperlambat terurainya (pemecahan) kolesterol-LDL. Fitonutrient merupakan komponen aktif tumbuhan dan bisa digolongkan sebagai nutrisi. Yang termasuk dalam fitonutrient diantaranya adalah *phenolic compound* dan flavonoid (Scholbe, 2002).

Phenolic compound ini bertindak sebagai antioksidan (zat yang melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas) yang dapat menghambat/mengurangi teroksidasinya LDL. LDL yang teroksidasi menyebabkan terkumpulnya plak disepanjang pembuluh darah dan mengakibatkan terjadinya aterosklerosis (Scholbe, 2002). Modifikasi LDL secara oksidatif akibat radikal bebas akan merubah status pengenalan LDL (*recognition status*) sehingga LDL modifikasi tidak dapat dikenali oleh reseptor LDL yang normal, akan tetapi LDL modifikasi dikenali oleh "makrofage scavenger receptor ". Berbeda dengan reseptor LDL, reseptor scavenger tidak melakukan *Redown-regulation* meskipun ada akumulasi

kolesterol, dengan demikian tersedia suatu jalur uptake LDL modifikasi yang terus-menerus yang selanjutnya membentuk sel foam dan mengarah ke aterosklerosis (Prabowo P, 1995). Flavonoid juga berperan sebagai antioksidan yang dapat mereduksi penyakit jantung koroner yaitu melindungi tubuh dari kerusakan dan pengaruh lingkungan lain (Butland, 2000)

Selain itu pektin juga berpengaruh menurunkan kadar kolesterol-LDL darah, ini disebabkan pektin sebagai penyusun serat makanan, mampu mengikat asam empedu dan berfungsi sebagai emulsifier, dengan demikian kolesterol yang berikatan dengan asam empedu dan pektin tidak dapat diserap usus tetapi akan keluar bersama feses, sehingga akan meningkatkan konversi kolesterol dari serum darah menjadi asam empedu (Winarsi , 2001 mengutip dari Aebi *et al*, 1981).

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian cuka sari buah apel dapat menurunkan kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL pada mencit hiperkolesterolemia, dimana dosis 0,16 ml/ekor/hari memberikan pengaruh yang paling besar baik dalam penurunan kolesterol total dan kolesterol-LDL.

VI.2. Saran

- Perlu dilakukan penelitian mengenai efek cuka sari buah apel terhadap hewan coba lain dengan parameter pendukung yang lainnya.
- Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek samping cuka sari buah apel terhadap kesehatan tubuh.

RINGKASAN

RINGKASAN

Kolesterol telah dikenal sebagai penyebab utama terjadinya proses aterosklerosis. Keadaan ini meningkatkan resiko Penyakit Jantung Koroner (PJK). Usaha yang dapat dilakukan untuk menurunkan kolesterol dalam darah yaitu banyak makan sayur dan buah sebagai sumber serat, membatasi makanan yang tinggi lemak jenuh dan kolesterolnya serta mengurangi makanan yang manis-manis. Apel merupakan sumber pektin yang diketahui sebagai suatu komponen serat yang dapat memerangi kolesterol. Sekarang ini apel tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk alami (buah segar) , tapi juga dalam bentuk jus atau cuka sari buah apel (sari buah apel yang difermentasikan).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cuka sari buah apel terhadap kadar kolesterol total dan kolesterol -LDL darah mencit hiperkolesterolemia.

Mencit (*Mus musculus*) jantan sebanyak 24 ekor dibagi menjadi 4 perlakuan yaitu P₀ (merupakan kontrol hiperkolesterolemia yaitu pemberian pakan tinggi lemak dan aquades), P₁ (pakan tinggi lemak dan cuka sari buah apel dengan dosis 0,08 ml), P₂ (pakan tinggi lemak dan cuka sari buah apel dengan dosis 0,12 ml), dan P₃ (pakan tinggi lemak dan cuka sari buah apel dengan dosis 0,16 ml) selama 4 minggu. Pada akhir penelitian dilakukan pemeriksaan kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL darah. Pemeriksaan kadar kolesterol total dengan metode CHOD-PAP dan kolesterol-LDL dengan metode PVS.

Rancangan penelitian menggunakan RAL, dianalisis dengan Anava dan bila hasilnya nyata dilanjutkan dengan uji BNT 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cuka sari buah apel yang diberikan dapat menurunkan kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL darah mencit hiperkolesterolemia. Pada uji BNT 5% diketahui bahwa yang memberikan pengaruh tertinggi terhadap penurunan kadar kolesterol total dan kolesterol-LDL adalah perlakuan P_3 yang berbeda nyata dengan perlakuan P_1 dan P_2 . Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan untuk menggunakan cuka sari buah apel bagi penderita hiperkolesterolemia dan obesitas.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. 1993. Serat, Apel Dan Kolesterol. <http://www.geocities.com>
- Badimon, J.J., V. Fuster, J.H Chesebro and L. Badimon. 1993. Coronary Atherosclerosis. A Multifactorial Disease. *Circulation*. 87.
- Baraas, F. 1993. Mencegah Serangan Jantung dengan Menekan Kolesterol, Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 112-116.
- Bondy, P.K and L.E. Rosenberg. 1980. *Metabolic Control and Disease*. W.B Saunders Company. Philadelphia. London, Toronto. 394-41.
- British Medical Journal. 1996. An Apple A Day. <http://MichiganApples.com>
- Brondy, T. 1994. *Nutritional Biochemistry*, Academic Press. San Diego., New York, Boston., London., Sidney., Tokyo., Toronto. 73 – 84, 249 – 287.
- Butland, B. 2000. Antioxidants Reduce Risk Posed By Cholesterol. <http://YoungAgain.com>
- Dalimartha, S. 2001. 36 Resep Tumbuhan Obat Untuk Menurunkan Kolesterol, Cet 4. Penebar swadaya. Jakarta. 1-11.
- Devlin, T.M. 1992. *Text Book of Biochemistry with Chemical Corelation*. Willey Med.Publ. Willey – Liss., New York., Chicester., Brisbane., Toronto., Singapore. 404 – 446.
- Gerswin, E. 1999. Researcher Find Apple Juice A Good Antidote To A High Fat Diet (Phytonutrients Discovered In Apple Juice Act As Antioxidants). <http://www.ProcessedAppleInstitute>.
- Glew, R.H. 1982. Lipid Metabolism II. In : T.M.Devlin ed. *Text Book of Biochemistry*. Willey Medical Publication, New York. 423 – 61.
- Grundy, S. M., G. R. Vega. 1992. Two Different Views of The Relationship of Hipertriglyceridemia to Coronary Disease. *Arch Int. Med.* 28, 32, 152.
- Guyton, A.T. 1994. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Terjemahan)*. Bag III ed 7.
- Herman, S. 1991. *Pengaruh Gizi Terhadap Penyakit Kardiovaskuler*. Cermin Dunia Kedokteran.
- Heslet, L., diterjemahkan oleh Anton Adiwiyoto. 1993. Kolestérol, Cet 3. Kesaint Blanc. Jakarta. 41-50.

- Jarvis, D.C. 1988. Pengobatan Tradisional dengan Madu dan Apel, CV Pioner Jaya. Bandung. 63-67.
- Kusuma, W. 1999. Makanan dan Jus yang Luar Biasa untuk Menurunkan Berat Badan dan Menjaga Kolesterol, Interaksara. Batam center. 6-9.
- Kusuma, W. 2000. Makanan dan Jus untuk Kesehatan, Interaksara. Batam Center. 6-10.
- Life Sciences. 1999. An Apple A Day Is Good For You (In So Many Ways Its Hard To Keep Count). <http://MichiganApples.com>
- Linder, M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisma dengan Pemakaian secara Klinis, Cet.1. Universitas Indonesia. Jakarta. 26-51.
- Matali. 1994. Pengaruh Pemberian Perasan Bawang Putih (*Allium satifum*) Terhadap Kadar Kolesterol Total dan Trigliserid Serum Darah Tikus Putih Dengan Diet Tinggi Lemak. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga.
- Mayes, P.A. 1990. Lipid In: R.K Murray, D.K Garner, P.A Mayes, and V.W Rodwell (Ed) Harpers Biochemistry. 20 th Ed, Prentico Hall International Inc. New Jearsy. USA. 276-285.
- McGarry, J.D. 1993. Lipid Metabolism I: Utilization and Storage of Energy in Lipid Form. In: T.M Devlin (Ed.). Textbook of Biochemistry with Chemical Corelation. 3rd Ed. Willey-Liss. Inc. USA. 338-471.
- Montgomery, R., R.L Dryer, T.W Conway, dan A.A Spector. 1993. Biokimia Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus. Gajah Mada University press. Yogyakarta. 516-518.
- Nazar, D.S. 1993. Dampak Konsumsi Berbagai Macam Telur Pada Peningkatan Kadar Kolesterol Dalam Darah. Lembaga Penelitian. Universitas Airlangga.
- Paget, G.E and J.M. Barnes. 1964. Toxicity Test. In: D.R. Laurence and A.L. Bacharach (Ed.). Evaluation of Drug Activities: Pharmacometrics. Vol:1. Academic Press Inc.Ltd. London. 161
- Panjaitan, C.Z. 1991. Tetap bugar sampai tua, Indonesian Publishing house. 9-13
- Prabowo, G.I. 1995. Pengaruh Pengolahan Tempe Kedelai Terhadap Profil Lipid Serum Tikus Dengan Keadaan Hiperkolesterolemia. Thesis. Fakultas Kedokteran. Universitas Airlangga.

- Prabowo, P. 1995. Patogenesis dan Regresi Aterosklerosis. *In*: Pikir, Budi Susetyo, Jeffrey D. Adipranoto dan M. Aminuddin. Dislipidemia dan Penyakit Jantung Koroner Problematika dan Pengelolaannya. Laboratorium UPF Kardiologi. FK UNAIR-RSUD Dr Soetomo. Surabaya. 23-33.
- Rianto, E dan J. Soetowo. 1985. Biokimia V. Diktat Kuliah. FK UNAIR. Surabaya. 20-38.
- Santoso, B. 2002. Cuka Apel Kalimosodo Menurunkan Kolesterol. Jawa Pos, Desember.
- Scholbe, G. 2002. Diet: Past, Present dan Beyond – Phytonutrient. <http://www.HolisticBird.com>
- Sitepoe, M. 1992. Kolesterolfobia: Keterkaitannya dengan penyakit jantung, Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 25-44.
- Soelarso, R. B. 1997. Budidaya Apel. Cetakan I. Kanisius. Yogyakarta. 11-17.
- Suyono, H. 2001. Serat. Benteng Terhadap Aneka Penyakit. <http://www.indonesia.com/intisari>
- Suyatna, F.D dan Tony Handoko S.K. 1999. Hipolipidemik *In*: Farmakologi dan Terapi. Ed 4. Gaya Baru. Jakarta. 364-379.
- Thomas, A.N.S. 1992. Tanaman Obat Tradisional 2, Kanisius. Yogyakarta. 1-3.
- Ulbich T.L.V and D.A.T. Southgate. 1991. Coronary Heart Disease : Seven Dietary Factor. Lancet. 338.
- Williamson, G dan Payne, W. J. A. 1993. Pengantar Peternakan di Daerah Tropis (terjemahan). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Winarsi, H. 2001. Peran Serat Makanan (Dietary Fiber) untuk mempertahankan Tubuh Yang Sehat. http://www.hayati_ipb.com
- Wirahadikusumah, M. 1985. Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid. ITB Bandung. 164-179.
- Wirakusumah, E.S. 1997. Buah dan sayur untuk Terapi, Penebar Swadaya. Jakarta. 44-47.

LAMPPIRAN

LAMPIRAN 1. Komposisi dan Cara Pembuatan Pakan Standar dan Pakan Tinggi Lemak

Komposisi pakan standar dan pakan tinggi lemak dalam 10 kg

No	Bahan	Pakan Standar	Pakan tinggi lemak
1	Tepung jagung	2,5 kg	2,27 kg
2	Tepung terigu	3,4 kg	3,09 kg
3	Tepung kacang hijau	1,4 kg	1,27 kg
4	Tepung ikan	1,6 kg	1,45 kg
5	Lemak babi	0,8 kg	1,83 kg
6	Vit mix	102 g	90 g

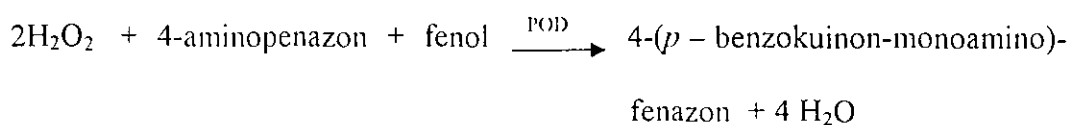
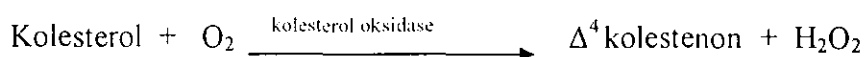
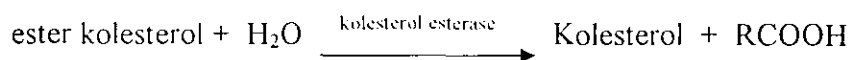
Cara pembuatan :

Bahan-bahan yang telah disusun formulasinya dicampur, kemudian dilakukan pengayakan agar campuran lebih merata dan mempunyai ukuran yang sama. Campuran tersebut ditambah air sebanyak 20–30% dari berat total bahan dan dikukus selama 15 menit selanjutnya dicetak berbentuk pellet. Pellet dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering dan siap diberikan pada hewan coba.

Lampiran 2. Metode Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Darah

Metode Kolesterol Oksidase – Peroksidase Aminofenazon Fenol (CHOD-PAP)

Prinsip Tes :



Material Pemeriksaan :

Material pemeriksaan terdiri dari serum darah dan reagen. Dalam botol kit mengandung reagen tris buffer (pH 7,7) 100mmol/l, magnesium aspartat 50mmol/l, 4-aminofenazon 1mmol/l, natrium kolat 10mmol/l, fenol 5mmol/l, 3,4 – diklorofenol 4mmol/l, hidroksipolieltoksi – n – alkana 0,3% , kolesterol esterase $\geq 0,4\%$ μ /ml, kolesterol oksidase $\geq 0,25$ μ /ml, peroksidase 0,2 μ /ml.

Prosedur :

Isi botol kit dilarutkan dalam 10 ml aquabidest, lalu 2 ml larutan reagen dimasukkan kedalam tabung reaksi blanko dan sampel. Kemudian 0,02 ml sampel di pipet dan dimasukkan kedalam tabung reaksi sampel. Setelah dicampur dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 20-25 °C atau 5 menit dalam suhu 37 °C, absorbansi sampel dibaca terhadap blanko reagen dalam waktu 1 jam. Pembacaan dilakukan dengan alat fotometer 4020 Hitachi.

Lampiran 3. Metode Pemeriksaan Kadar Kolesterol-LDL Darah

Metode Polivinil Sulfat (PVS)

Prinsip Tes :

Kolesterol-LDL diendapkan dengan penambahan polivinil sulfat pada sampel. Konsentrasi kolesterol-LDL dikalkulasikan dari pengurangan antara kolesterol total dalam serum dengan kolesterol dalam supernatan setelah sentrifugasi.

Material Pemeriksaan :

Material pemeriksaan terdiri dari serum darah, presipitan dan reagen kolesterol metode CHOD-PAP. Presipitan terdiri dari polivinil sulfat (4 X 5,25 ml) dan aselator (1 X 4,9ml).

Prosedur :

Larutan aselator sebanyak 1 ml dipipetkan kedalam botol polivinil sulfat dan dicampur. Kemudian 200 μ l sampel dan 100 μ l presipitan dimasukkan kedalam tabung sentrifus, dicampur dan dibiarkan selama 15 menit pada suhu kamar. Setelah disentrifus selama 2 menit pada 10000 g atau 15 menit pada 1500 g, supernatan dipisahkan dari sedimen dan ditentukan kadar kolesterol dengan metode CHOD-PAP. Kadar kolesterol LDL adalah kadar kolesterol total dikurangi kadar kolesterol dalam supernatan.

Lampiran 4. Kadar Kolesterol Total Serum Darah Mencit (mg/dl) Setelah Pemberian Cuka Sari Buah Apel

No	Perlakuan	Data
1.	P ₀	178
2.	P ₀	187
3.	P ₀	172
4.	P ₀	181
5.	P ₀	174
6.	P ₀	190
7.	P ₁	124
8.	P ₁	125
9.	P ₁	130
10.	P ₁	138
11.	P ₁	118
12.	P ₁	109
13.	P ₂	115
14.	P ₂	132
15.	P ₂	100
16.	P ₂	128
17.	P ₂	134
18.	P ₂	129
19.	P ₃	108
20.	P ₃	109
21.	P ₃	112
22.	P ₃	113
23.	P ₃	110
24.	P ₃	119

P₀ : Pemberian pakan tinggi lemak + aquades, kontrol hiperkolesterolemia

P₁ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,08ml

P₂ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,12ml

P₃ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,16ml

Lampiran 5. Kadar Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit (mg/dl) Setelah Pemberian Cuka Sari Buah Apel

No.	Perlakuan	Data
1.	P ₀	29
2.	P ₀	30
3.	P ₀	35
4.	P ₀	25
5.	P ₀	29
6.	P ₀	33
7.	P ₁	20
8.	P ₁	24
9.	P ₁	22
10.	P ₁	23
11.	P ₁	26
12.	P ₁	18
13.	P ₂	21
14.	P ₂	21
15.	P ₂	20
16.	P ₂	18
17.	P ₂	24
18.	P ₂	27
19.	P ₃	13
20.	P ₃	16
21.	P ₃	14
22.	P ₃	20
23.	P ₃	15
24.	P ₃	19

P₀ : Pemberian pakan tinggi lemak + aquades, kontrol hiperkolesterolemia

P₁ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,08ml

P₂ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,12ml

P₃ : Pemberian pakan tinggi lemak + cuka sari buah apel dengan dosis 0,16ml

Lampiran 6. Perhitungan Statistik Data Hasil Penelitian Kadar Kolesterol Total Serum Darah Mencit

ULANGAN	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	Total
1	178	124	115	108	
2	187	125	132	109	
3	172	130	100	112	
4	181	138	128	113	
5	174	118	134	110	
6	190	109	129	119	
Jumlah	1082	744	738	671	3235
Rerata	180,33	124	123	111,83	

$$FK : \frac{(3235)^2}{24} = 436051,042$$

$$JKT : 454873 - FK = 18821,958$$

$$JKP : 453190,833 - FK = 17139,792$$

$$JKS : JKT - JKP \\ 18821,958 - 17139,792 = 1682,166$$

$$KTP : \frac{JKP}{t-1} \\ \frac{17139,792}{(4-1)} = 5713,264$$

$$KTS : \frac{JKS}{t(n-1)} \\ \frac{1682,166}{4(6-1)} = 84,108$$

$$F_{hit} : \frac{KTP}{KTS} \\ \frac{5713,264}{84,108} = 67,927$$

Tabel analisis ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	17139,792	5713,264	67,93	3,10	4,94
Sisa	20	1682,166	84,108			
Total	23	18821,958				

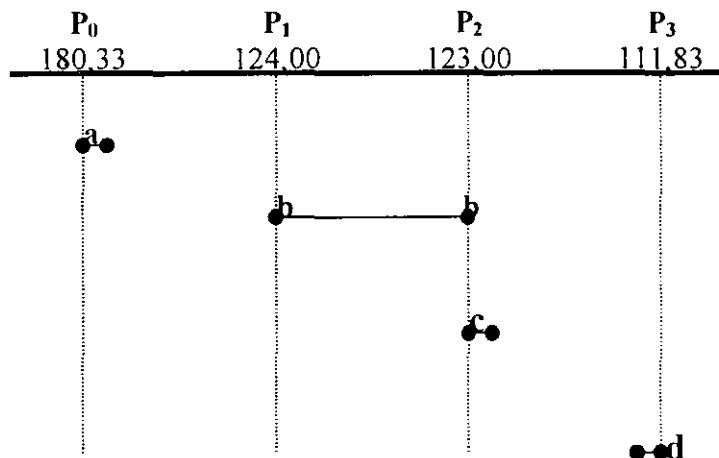
F hitung > F tabel 0,01 maka terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan yang diberikan , Kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t_{(5\%)(dbs)} \times \sqrt{2KTS/1} \\
 &= 2,086 \times 5,295 \\
 &= 11,045
 \end{aligned}$$

Daftar Perhitungan Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rata-rata perlakuan	Selisih			BNT 5%
		X-P ₃	X-P ₂	X-P ₁	
P ₀	180,33	68,50*	57,33*	56,33*	a
P ₁	124,00	12,17*	1		b
P ₂	123,00	11,17*			bc
P ₃	111,83				d

Notasi :



Lampiran 7. Perhitungan Statistik Data Hasil Penelitian Kadar Kolesterol
- LDL Serum Darah Memicit

ULANGAN	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	Total
1	29	20	21	13	
2	30	24	21	16	
3	35	22	20	14	
4	25	23	18	20	
5	29	26	24	15	
6	33	18	27	19	
Jumlah Rerata	181 30,17	133 22,17	131 21,83	97 16,17	542

$$FK : \frac{(542)^2}{24} = 12240,16$$

$$JKT: 1308 - FK = 787,833$$

$$JKP: \frac{77020}{6} - FK = 596,5$$

$$JKS: JKT - JKP = 787,833 - 596,5 = 191,333$$

$$KTP : \frac{JKP}{t-1} = \frac{596,5}{4-1} = 198,833$$

$$KTS : \frac{JKS}{t(n-1)} = \frac{191,333}{4(6-1)} = 9,567$$

$$F_{hit} : \frac{KTP}{KTS} = \frac{198,833}{9,567} = 20,78$$

Tabel analisis ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	596,5	198,833	20,78	3,10	4,94
Sisa	20	191,333	9,567			
Total	23	787,833				

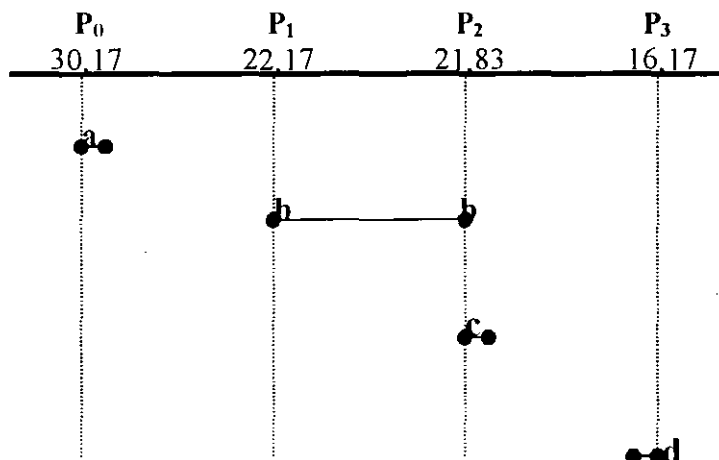
F hitung > F tabel 0,01 maka terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan yang diberikan , Kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t_{(5\%)(dbs)} \times \sqrt{2KTS/t} \\
 &= 2,086 \times 1,786 \\
 &= 3,725
 \end{aligned}$$

Daftar Perhitungan Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rata-rata perlakuan	Selisih			BNT 5%
		X-P ₃	X-P ₂	X-P ₁	
P ₀	30,17	14*	8,35*	8*	a
P ₁	22,17	6*	0,35		b
P ₂	21,83	5,66*			bc
P ₃	16,17				d

Notasi :



Lampiran 8. Kadar Kolesterol Total dan Kolesterol-LDL Serum Darah Mencit Sebelum Pemberian Cuka Sari Buah Apel

Kadar Kolesterol Total Dan Kolesterol-LDL (mg/dl) Sampel Serum Darah Mencit dengan Pakan Standar.

Mencit	Kolesterol Total
1.	85
2.	88
3.	94
4.	90
5.	96
6.	87
Σ	540
Rerata	90
SD	4,24

Kadar kolesterol total (mg/dl) Sampel Serum Darah Mencit Dengan Diet Tinggi Lemak selama 5 minggu

Mencit	Kolesterol Total
1	113
2	130
3	119
4	136
5	124
6	120
Σ	742
Rerata	123,67
SD	8,26

Lampiran 9. Uji t Data Hasil Kadar Kolesterol Total (mg/dl) Sampel Serum Darah Mencit Sebelum Pemberian Cuka Sari Buah Apel

Ulangan	Pakan Tinggi Lemak (A)	Pakan Standar (B)
1	113	85
2	130	88
3	119	94
4	136	90
5	124	96
6	120	87
Σ Rerata	742 123,67	540 90

$$S_A^2 = \frac{\sum A^2 - (\sum A)^2 / n_1}{n_1 - 1}$$

$$= \frac{(113^2 + 130^2 + \dots + 120^2) - (742)^2 / 6}{6 - 1}$$

$$= 68,72$$

$$S_B^2 = \frac{\sum B^2 - (\sum B)^2 / n_2}{n_2 - 1}$$

$$= \frac{(85^2 + 88^2 + \dots + 87^2) - (540)^2 / 6}{6 - 1}$$

$$= 18$$

$$S_{(A-B)} = \sqrt{\left(S_A / \sqrt{n_1}\right) + \left(S_B / \sqrt{n_2}\right)}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{68,27}{6}\right) + \left(\frac{18}{6}\right)}$$

$$= 3,79$$

$$t = \frac{|A - B|}{S_{(A-B)}}$$

$$= \frac{123,67 - 90}{3,79}$$

$$= 8,88$$

$$t_{0,05(dB.A-dB.B)} = t_{0,05(5-5)} = t_{0,05(10)} = 2,228$$

$$t_{0,01(10)} = 3,106$$

$$t_{hitung} > t_{tabel} \longrightarrow 8,88 > 3,106$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel (0,01)}$ maka terdapat perbedaan yang sangat nyata antara pemberian jenis pakan tinggi lemak dan pakan standar terhadap kadar kolesterol darah mencit.

Lampiran 10. Penentuan Dosis Cuka Sari Buah Apel

Untuk memperoleh dosis pemberian cuka sari buah apel pada hewan coba, maka dosis yang biasa dikonsumsi oleh manusia dewasa dengan berat badan 70 kg lalu dikonversikan menjadi dosis untuk mencit (*Mus musculus*) dengan berat badan 25– 30 gram. Pada tabel didapatkan angka konversi 0,0026 (Pagget dan Barnes, 1964).

Dosis untuk mencit berat badan 25 gram = dosis manusia berat badan 70 kg x 0,0026.

Cuka sari buah apel :

Untuk manusia (berat badan 70 kg) = 30 ml/hari

Untuk mencit (berat badan 25 gram) = 30 ml/hari X 0,0026
= 0,078 ml/ekor/hari

Dosis cuka sari buah apel yang diberikan pada hewan percobaan adalah :

$P_1 = 0,08 \text{ ml}$

$P_2 = 0,12 \text{ ml}$

$P_3 = 0,16 \text{ ml}$

Lampiran 11. Rasio Luas Permukaan Tubuh Beberapa Spesies Hewan Percobaan (Paget dan Barnes, 1964)

	Mencit 20gr	Tikus 200gr	Marmut 400gr	Kelinci 1,5kg	Kucing 2,0kg	Kera 4,0kg	Anjing 12kg	Manusia 70kg
Mencit 20gr	1,0	7,0	12,25	27,8	29,7	64,1	124,2	387,9
Tikus 200gr	0,14	1,0	1,74	3,9	4,2	9,2	17,8	56,0
Marmut 400gr	0,08	0,57	1,0	2,25	2,4	5,2	10,2	31,5
Kelinci 1,5kg	0,04	0,25	0,44	1,0	1,08	2,4	4,5	14,2
Kucing 2,0kg	0,03	0,23	0,41	0,92	1,0	2,2	4,1	13,0
Kera 4,0kg	0,016	0,11	0,19	0,42	0,45	1,0	1,9	6,1
Anjing 12kg	0,008	0,06	0,1	0,22	0,24	0,52	1,0	3,1
Manusia 70kg	0,0026	0,018	0,031	0,07	0,076	0,16	0,32	1,0