

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK FUKOIDAN
TERHADAP REDUKSI KOLESTEROL
PADA TIKUS WISTAR (*Rattus Novergicus*)
SELAMA PEMELIHARAAN 12 HARI**

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

Oleh :

WIK YULIANTO

NIM : 0410830082

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

MALANG

2010

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK FUKOIDAN
TERHADAP REDUKSI KOLESTEROL
PADA TIKUS WISTAR (*Rattus Novergicus*)
SELAMA PEMELIHARAAN 12 HARI**

**Laporan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Perikanan Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya**

**OLEH ;
WIK YULIANTO
041 083 0082**

DOSEN PENGUJI I

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

Dr.Ir. HARDOKO, MS

Dr. Ir. BAMBANG BUDI SASMITO, MS

NIP. 19620108 198802 1 001

NIP. 19570119 198601 1 001

Tanggal :

Tanggal :

DOSEN PENGUJI II

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS

Ir. TITIK DWI SULISTIYATI, MP

NIP. 19600322 198601 1 004

NIP. 19581231 198601 2 002

Tanggal :

Tanggal :

**MENGETAHUI
KETUA JURUSAN**

Dr.Ir. HAPPY NURSYAM, MS

NIP. 19600322 198601 1 004

Tanggal :

RINGKASAN

WIK YULIANTO, 0410830082. Laporan skripsi dengan judul pengaruh pemberian ekstrak fukoidan terhadap reduksi kolesterol pada tikus wistar (*Rattus Novergicus*) selama pemeliharaan 12 hari, (dibawah bimbingan **Ir. BAMBANG BUDI SASMITA, MS** dan **Ir. TITIK DWI SULISTIYATI, MP**)

Rumput laut telah lama digunakan sebagai makanan maupun obat-obatan di negeri Jepang, Cina, Eropa maupun Amerika. Diantaranya sebagai nori, kombu, puding atau dalam bentuk hidangan lainnya seperti sop, saus dan dalam bentuk mentah sebagai sayuran. Adapun pemanfaatan rumput laut sebagai makanan karena mempunyai gizi yang cukup tinggi yang sebagian besar terletak pada karbohidrat di samping lemak dan protein yang terdapat di dalamnya. Hasil analisa dari sebagian jenis rumput laut yang berasal dari daerah Sulawesi Selatan dan Bali (Sri Istini, A.Zatnika dan Suhaimi1).

Fukoidan adalah polisakarida kompleks pada dinding sel rumput laut. Berbagai penelitian modern membuktikan, komponen terbesar dalam tumbuhan laut adalah fukoidan yang mampu meningkatkan imunitas dengan merangsang produksi sel-sel imun. Fukoidan juga membantu melawan virus dan bakteri, melawan alergi dan menghambat penggumpalan darah, sehingga memperkecil risiko stroke dan serangan jantung. Fukoidan menurunkan kadar kolesterol darah, menurunkan tekanan darah tinggi, menstabilkan kadar gula (glukosa) darah dengan memperlambat pelepasan glukosa ke dalam darah, meredakan gangguan pencernaan dengan mencegah masuknya bakteri *Helicobacter pylori*, meningkatkan fungsi lever, menjaga kelembaban dan kekencangan kulit, serta menghambat pertumbuhan sel abnormal (Anonymous, 2009).

Kolesterol merupakan zat seperti lemak yang terdapat di dalam makanan yang berasal dari hewan. Kolesterol tidak sama dengan lemak jenuh dan makanan yang mengandung kolesterol jelas dapat meningkatkan kadar kolesterol. Kolesterol diperlukan untuk fungsi tubuh yang normal, akan tetapi hati membuat kolesterol yang cukup untuk kebutuhan tubuh, sehingga pada dasarnya kita tidak perlu memakan kolesterol. Kolesterol ditemukan pada telur, susu, daging, unggas, ikan dan kerang-kerangan. Ikan pada umumnya mengandung sedikit kolesterol. Makanan yang sama sekali tidak mengandung kolesterol adalah buah-buahan, sayur-sayuran, beras, gandum dan kacang-kacangan. Walaupun kolesterol bukan lemak, tetapi dapat ditemukan pada makanan yang tinggi ataupun rendah lemak yang berasal dari hewan (Anwar, 2003).

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan Mei-Juli 2009.

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian fukoidan dari alga coklat (*Sargassum polycystum*) terhadap reduksi kolesterol. Adapun tujuan penelitian secara khusus untuk mengetahui pengaruh pemberian fukoidan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap reduksi kolesterol dalam serum darah tikus wistar (*Rattus Novergicus*), untuk mengetahui pada hari keberapa konsumsi fukoidan dengan konsentrasi yang berbeda dapat menurunkan kolesterol darah mencapai normal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada penelitian ini dibuat eksperimen dengan 1 faktor perlakuan dan tiga kali ulangan ($n=3$). Faktor perlakuan ialah perbedaan konsentrasi pemberian dimana konsentrasi 2% (K1), konsentrasi 4% (K2), konsentrasi 6% (K3). Pengamatan dilakukan pada hari ke 0, 6, dan 12. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dianalisis lebih lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang terjadi diantara faktor perlakuan dengan konsentrasi yang digunakan beserta interaksinya.

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisa utama dan analisa penunjang. Analisa utama antara lain analisis kadar kolesterol dalam darah, trigliserida, kadar HDL dan LDL. Sedangkan analisa penunjang meliputi analisa proksimat (kadar air, pb dan kadar abu).

Konsumsi fukoidan dengan konsentras yang berbeda mampu menurunkan kadar kolesterol dalam darah tikus wistar dimana pemberian kitosan dengan metode parenteral lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol darah, trigliserida dan LDL serta lebih efektif meningkatkan kadar HDL dalam serum darah tikus wistar. Semakin besar nilai konsentrasi fukoidan yang diberikan lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol darah, trigliserida dan LDL serta lebih efektif meningkatkan kadar HDL dalam serum darah tikus wistar. Perlakuan terbaik pemberian konsentrasi fukoidan dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah tikus wistar ialah konsentrasi 6% dimana pada hari ke 12 kadar kolesterol mencapai 104.76 mg/dl, trigliserida 72.32 mg/dl, HDL 42.23 mg/dl, LDL 20.82 mg/dl.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek negatif pemberian fukoidan dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah, trigliserida, HDL dan LDL.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas segala limpahan rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Dalam penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Atas terselesaikannya laporan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Ir. Bambang Budi Sasmito, selaku dosen pembimbing I dan Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan yang sangat berharga.
2. Keluarga tercinta, ayah dan ibunda tercinta yang senantiasa mendukung dan mendoakan untuk keberhasilanku.
3. Mbak Reni, Pak Yuli dan para laboran di Universitas Brawijaya Malang maupun di Universitas Gajah Mada, Yogyakarta yang telah membantu kelancaran penelitian ini.
4. Aries Dwi Sulistari tercinta yang telah mendukung dan membantu kesuksesan penelitian ini. Serta teman-teman THP'04 atas dukungan dan semangatnya

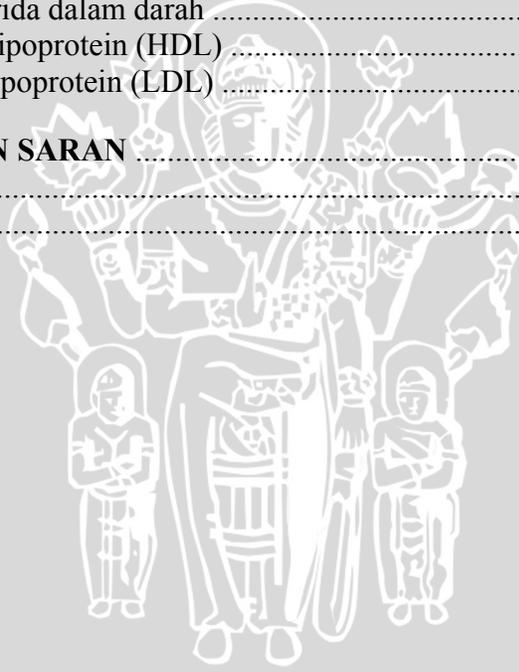
Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan balasan pahala atas segala amal baik yang telah diberikan.

Malang, Februari 2010
PENULIS

DAFTAR ISI

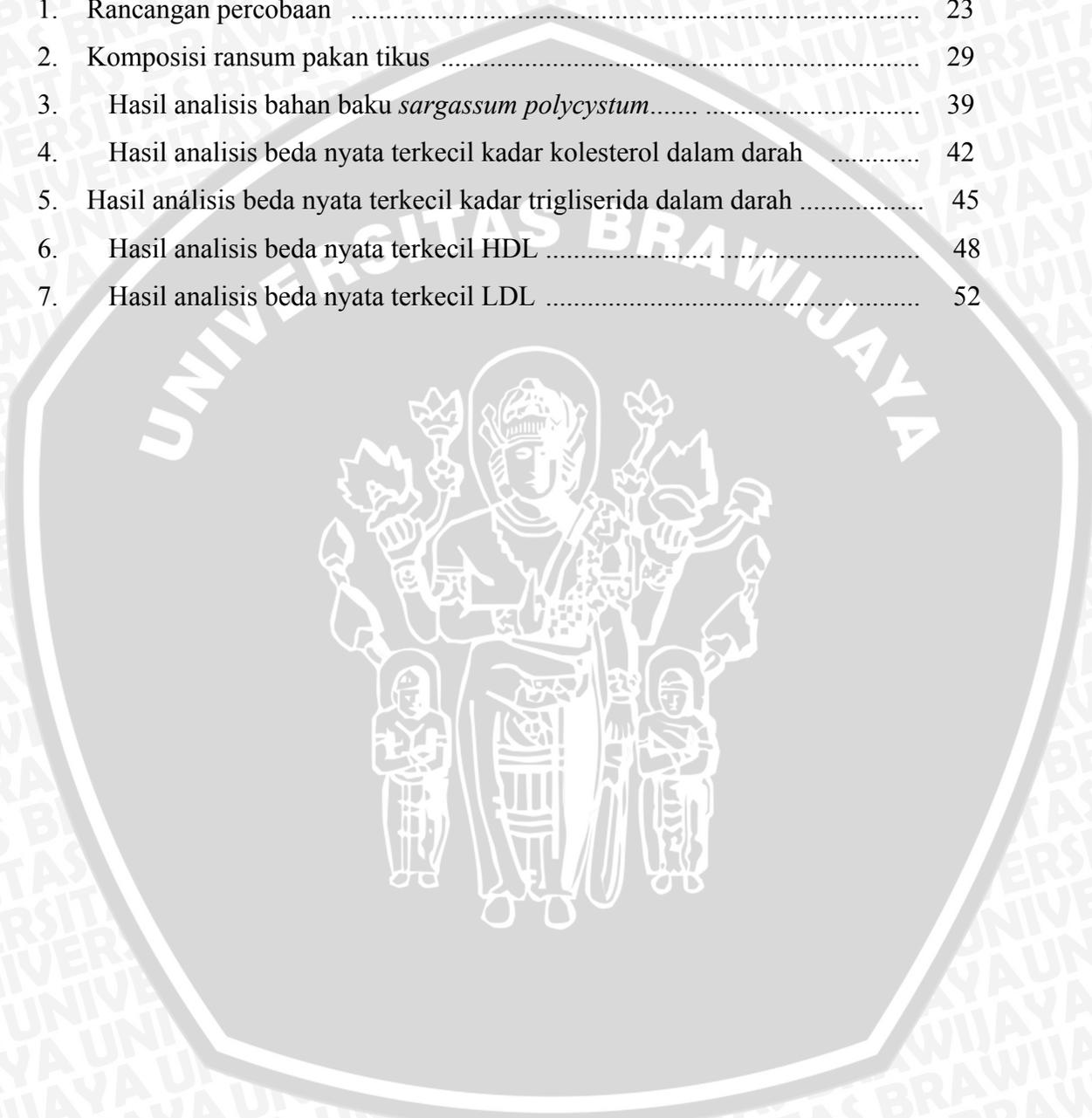
Halaman	
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Perumusan masalah	3
1.3. Tujuan penelitian	4
1.4. Kegunaan penelitian	4
1.5. Hipotesis	4
1.6. Tempat dan waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Rumput laut	6
2.2. Sargassum Polycystum	8
2.3. Fukoidan	10
2.4. Fourier Transform Infra Red	12
2.5. Kolesterol	13
2.6. Trigliserida	14
2.7 High Density Lipoprotein (HDL)	15
2.8 Low Density Lipoprotein (LDL)	16
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1. Materi penelitian	18
3.1.1. Bahan penelitian	18
3.1.1.1. Bahan pembuatan fukoidan	18
3.1.1.2. Bahan untuk ransum tikus	18
3.1.1.3. Bahan untuk analisis kimia	19
3.1.1.4. Bahan untuk uji (tikus percobaan)	19
3.1.2. Alat penelitian	20
3.1.2.1. Alat pembuatan fukoidan	20
3.1.2.2. Alat pembuatan ransum	20
3.1.2.3. Alat pemeliharaan tikus	21
3.1.2.4. Alat untuk analisis kolesterol	21
3.2. Metode penelitian	22
3.3. Rancangan percobaan	22

3.4. Prosedur kerja	24
3.4.1. Proses pembuatan fukoidan	24
3.4.2. Proses pembuatan tikus hiperlipidemia	28
3.4.3. Pembuatan ransum	29
3.5. Prosedur pelaksanaan percobaan	30
3.6. Parameter uji	34
3.7. Metode penentuan perlakuan terbaik	37
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi bahan baku	39
4.1.1 Kadar air	39
4.1.2 Kadar abu.....	39
4.1.3 Kadar Timbal (pb)	40
4.2 Hasil penelitian	41
4.2.1 Kadar kolesterol dalam darah	41
4.2.2 Kadar trigliserida dalam darah	44
4.2.3 High density lipoprotein (HDL)	47
4.2.4 Low density lipoprotein (LDL)	51
5. KESIMPULAN DAN SARAN	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rancangan percobaan	23
2. Komposisi ransum pakan tikus	29
3. Hasil analisis bahan baku <i>sargassum polycystum</i>	39
4. Hasil analisis beda nyata terkecil kadar kolesterol dalam darah	42
5. Hasil analisis beda nyata terkecil kadar trigliserida dalam darah	45
6. Hasil analisis beda nyata terkecil HDL	48
7. Hasil analisis beda nyata terkecil LDL	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Sargassum polycystum</i>	9
2. Rumus bangun fukoidan	11
3. Alur proses ekstraksi <i>sargassum polycystum</i>	27
4. Pembuatan tikus hiperlipidemia	28
5. Prosedur pembuatan ransum	30
6. Pelaksanaan percobaan	33
7. Grafik regresi penambahan konsentrasi fukoidan terhadap kolesterol	44
8. Grafik regresi terhadap lamanya hari	44
9. Grafik regresi penambahan konsentrasi fukoidan terhadap trigliserida	46
10. Grafik regresi terhadap lamanya hari	53
11. Grafik regresi penambahan konsentrasi fukoidan terhadap HDL	50
12. Grafik regresi terhadap lamanya hari	50
13. Grafik regresi penambahan konsentrasi fukoidan terhadap LDL	53
14. Grafik regresi terhadap lamanya hari	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	
Halaman	
1. Komposisi mineral mix dalam 1000gr.....	59
2. Komposisi vitamin "SUPRAVIT" setiap 2 Kaplet.....	60
3. Perhitungan konsentrasi fukoidan yang digunakan dalam penelitian.....	61
4. Data kadar kolesterol tikus wistar selama 12 hari	62
5. Hasil analisis sidik ragam kadar kolesterol.....	62
6. Data hasil uji BNT pada konsentrasi.....	62
7. Data hasil uji BNT terhadap lamanya hari.....	62
8. Data kadar trigliserida tikus wistar selama 12 hari.....	63
9. Hasil analisis sidik ragam kadar trigliserida.....	63
10. Data hasil uji BNT pada konsentrasi	63
11. Data hasil uji BNT terhadap lamanya hari	64
12. Data HDL tikus wistar selama 12 hari	64
13. Hasil analisis sidik ragam HDL	64
14. Data hasil uji BNT pada konsentrasi	65
15. Data hasil uji BNT terhadap lamanya hari	65
16. Data LDL tikus wistar selama 12 hari	65
17. Hasil analisis sidik ragam LDL.....	66
18. Data hasil uji BNT pada konsentrasi	66
19. Data hasil uji BNT terhadap lamanya hari	66
20. Prosedur analisa	67
21. Dokumentasi penelitian	71



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dipersatukan oleh wilayah laut yang mempunyai jumlah pulau 17.508, panjang garis pantai 81.000 Km dan luas total laut 5,8 Juta Km² yang terdiri dari luas laut teritorial 3,1 Km², serta Zone Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 2,7 Juta Km² (Tambunan,2005).

Rumput laut merupakan salah satu hasil perikanan laut yang dapat menghasilkan devisa negara dan merupakan sumber pendapatan masyarakat pesisir. Sampai saat ini sebagian besar rumput laut diekspor dalam keadaan kering dan baru sebagian diolah menjadi agar-agar di samping dimakan sebagai sayuran. Jenis-jenis rumput laut yang sudah diolah diantaranya Gracilaria sp., Gelidium sp. menjadi agar-agar yang dilakukan oleh negara-negara Jepang, Amerika, New Zealand, Australia maupun Indonesia. Namun di Indonesia pengolahan agar-agar masih pada tahap semi tradisional, yaitu dalam bentuk lembaran, batang dan bubuk. Selain itu terdapat perusahaan agar-agar yang hanya melakukan pengepakan saja. Produksi agar-agar di Indonesia hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang digunakan sebagai makanan.

Rumput laut telah lama digunakan sebagai makanan maupun obat-obatan di negeri Jepang, Cina, Eropa maupun Amerika. Diantaranya sebagai nori, kombu, puding atau dalam bentuk hidangan lainnya seperti sop, saus dan dalam bentuk mentah sebagai sayuran. Adapun pemanfaatan rumput laut sebagai makanan karena

mempunyai gizi yang cukup tinggi yang sebagian besar terletak pada karbohidrat di samping lemak dan protein yang terdapat di dalamnya. Hasil analisa dari sebagian jenis rumput laut yang berasal dari daerah Sulawesi Selatan dan Bali (Sri Istini, A.Zatnika dan Suhaimi1).

Rumput laut dibagi dalam empat kelas ialah : Chlorophyceae (ganggang hijau), Rhodophyceae (ganggang merah), Cyanophyceae (ganggang biru) dan Phaeophyceae (ganggang coklat). Dari keempat kelas tersebut hanya dua kelas yang banyak digunakan sebagai bahan mentah industri, ialah :

1. Rhodophyceae (ganggang biasa) yang antara lain terdiri dari :
 - a. Gracilaria, Gelidium sebagai penghasil agar-agar
 - b. Chondrus, Eucheuma, Gigartina sebagai penghasil karaginan.
 - c. Fulcellaria sebagai penghasil fulceran.
2. Phaeophyceae (ganggang coklat) yang antara lain terdiri dari : Ascephyllum, Laminaria, Macrocystis sebagai penghasil alginat.

Sargassum merupakan ganggang besar, tumbuh sepanjang tahun, tumbuhan ini ada sepanjang tahun atau setiap musim barat maupun timur dapat dijumpai di berbagai perairan. Sargassum tumbuh berumpun dengan untaian cabang-cabang. Panjang thalli utama mencapai 1 – 3 m terdiri dari pelekap, batang, cabang, daun, gelembung dan cabang buah. Pelekap mempunyai stuktur mengerucut, dengan atau tanpa cuping atau pertumbuhan rizoidal. Pada beberapa hal sumbu utamadan pelekap bersama membentuk sistem rhizodial yang kompleks. Daun mempunyai berbagai macam ukuran dan bentuk, tidak hanya berbeda pada jenis yang berbeda, tetapi juga dalam jenis yang sama, antar populasi dan bahkan dalam individu, datar,

membengkok, bergelombang, melipat atau membentuk cangkir, bentuknya dari memita hingga melanset, membundar telur atau menyudip, bercabang atau tidak bercabang. Stuktur seksualnya terdiri atas receptakel, bentuk dan susunan yang terjadi dari sifat vegetatifnya (Anonymous, 2009).

Fukoidan adalah polisakarida kompleks pada dinding sel rumput laut. Berbagai penelitian modern membuktikan, komponen terbesar dalam tumbuhan laut adalah fukoidan yang mampu meningkatkan imunitas dengan merangsang produksi sel-sel imun. Fukoidan juga membantu melawan virus dan bakteri, melawan alergi dan menghambat penggumpalan darah, sehingga memperkecil risiko stroke dan serangan jantung. Fukoidan menurunkan kadar kolesterol darah, menurunkan tekanan darah tinggi, menstabilkan kadar gula (glukosa) darah dengan memperlambat pelepasan glukosa ke dalam darah, meredakan gangguan pencernaan dengan mencegah masuknya bakteri *Helicobacter pylori*, meningkatkan fungsi lever, menjaga kelembaban dan kekencangan kulit, serta menghambat pertumbuhan sel abnormal (Anonymous, 2009).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah penambahan konsentrasi fukoidan yang berbeda berpengaruh terhadap reduksi kolesterol dalam darah tikus wistar (*Rattus novvergicus*) ?
2. Apakah lama pemeliharaan (hari) tikus wistar dengan pemberian fukoidan berpengaruh terhadap reduksi kolesterol dalam darah tikus wistar (*Rattus*

novergicus) ?

1.3 Tujuan

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian fukoidan dari alga coklat (*Sargassum polycystum*) terhadap reduksi kolesterol.

Adapun tujuan penelitian secara khusus:

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian fukoidan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kolesterol dalam serum darah tikus wistar (*Rattus novergicus*)
2. Untuk mengetahui pada hari seberapa konsumsi fukoidan dengan konsentrasi yang berbeda dapat menurunkan kolesterol darah mencapai normal
3. Untuk mengetahui jumlah prosentasi konsentrasi fukoidan dalam menurunkan kolesterol.

1.4 Kegunaan

Kegunaan hasil penelitian ini adalah sebagai informasi ilmiah tentang pengaruh konsentrasi fukoidan dalam ransom terhadap reduksi kolesterol dalam darah tikus wistar selama pemeliharaan 12 hari.

1.5 Hipotesis

Perbedaan konsentrasi fukoidan dari alga coklat (*Sarrgassum Polycystum*) berpengaruh dalam penurunan kolesterol dalam darah tikus wistar (*Rattus novergicus*).

Lama pemberian (hari) fukoidan dari alga coklat (*Sarrgassum Polycystum*) berpengaruh dalam penurunan kolesterol dalam darah tikus wistar (*Rattus novergicus*).

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada bulan Mei-Juli 2009.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput laut

Rumput laut tergolong tanaman berderajat rendah, umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati; tetapi hanya menyerupai batang yang disebut Thallus. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu, dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut pun dapat melekat pada tumbuhan lain secara epifik (Anggadiredja, *et al.*, 2006).

Rumput laut mempunyai banyak jenis yang terbagi berdasarkan warna/pigmennya ke dalam beberapa kelas, ialah *chlorophyceae* (alga hijau), *phaeophyceae* (alga coklat), *rhodophyceae* (alga merah), *cyanophyceae* (alga hijau-biru), *myxophyceae*, dan *xanthophyceae*. Alga hijau biru, banyak yang hidup dan berkembang di air tawar. Jenis alga ini mempunyai arti penting sebagai bahan makanan. Sebaliknya, alga cokelat dan alga merah merupakan penghuni laut yang cukup eksklusif dalam kedudukannya sebagai bahan pangan dan nonpangan (Haryanto, 2005).

Keanekaragaman jenis rumput laut di perairan Indonesia cukup tinggi. Jenis-jenis rumput laut secara ekonomi menjadi penting karena mengandung senyawa polisakarida. Rumput laut penghasil karaginan (karaginofit) dan penghasil agar (agarofit) termasuk kelas alga merah (*Rhodophyceae*) dan penghasil alginat (alginofit) dari kelas alga coklat (*Phaeophyceae*). Secara umum rumput laut yang

tersebar luas diperairan Indonesia sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk makanan dan obat tradisional (Sediadi dan Budihardjo, 2000).

Fukoidan adalah polisakarida kompleks pada dinding sel rumput laut. Berbagai penelitian modern membuktikan, fukoidan yang merupakan komponen terbesar di dalam tumbuhan laut mampu meningkatkan imunitas dengan merangsang produksi sel-sel imun. Fukoidan juga membantu melawan virus dan bakteri, melawan alergi dan menghambat penggumpalan darah, sehingga memperkecil risiko stroke dan serangan jantung. Fukoidan menurunkan kadar kolesterol darah, menurunkan tekanan darah tinggi, menstabilkan kadar gula (glukosa) darah dengan memperlambat pelepasan glukosa ke dalam darah, meredakan gangguan pencernaan dengan mencegah masuknya bakteri *Helicobacter pylori*, meningkatkan fungsi lever, menjaga kelembaban dan kekencangan kulit, serta menghambat pertumbuhan sel abnormal (Anonymous, 2009).

Alga coklat sering disebut kelp atau *rockweed* merupakan sumber alginat atau algin, ialah salah satu jenis polisakarida yang terdiri dari unit-unit asam manurat dan asam glukuronat (Astawan 2007). Rumput laut penghasil alginat yang banyak tumbuh di perairan sub tropis adalah jenis-jenis *Macrocystis*, *Laminaria*, *Aschophylum*, *Nerocytis*, *Ecklonia*, *Fucus* dan *Sargassum*. Sedangkan rumput laut coklat yang tumbuh di perairan tropis termasuk Indonesia adalah jenis-jenis *Sargassum*, *Turbinaria*, *Padina* dan *Dictyota* (Yunizal, 2004). Alga coklat jenis *Sargassum spp.* termasuk tumbuhan kosmopolitan, tersebar hampir diseluruh perairan Indonesia, namun pengenalan pemanfaatan alga coklat ini masih dalam kalangan terbatas (Yulianto, 2004)

Pemanfaatan komersial terhadap alga coklat ini belum banyak. Namun dewasa ini sudah mulai diperhatikan untuk diteliti dan dimanfaatkan sebagai sumber koloid berupa alginat dan iodium (Atmadja, 2002). Ditambahkan oleh Rioux *et al.*, (2007), dari ekstraksi alga coklat akan dihasilkan polisakarida laminaran, fukoidan, dan alginat.

2.2 *Sargassum polycystum*

Alga *Sargassum* merupakan salah satu marga *Sargassum* termasuk dalam kelas *Phaeophyceae*. Ada 150 jenis marga *Sargassum* yang dijumpai di daerah perairan tropis, subtropis dan daerah bermusim dingin (Nizamuddin, 1970). Habitat algae *Sargassum* tumbuh di perairan pada kedalaman 0,5-10 m ada arus dan ombak. Pertumbuhan algae ini sebagai makro algae bentik melekat pada substrat dasar perairan. Di daerah tubir tumbuh membentuk rumpun besar, panjang thalli utama mencapai 0,5-3 m dengan untaian cabang thalli terdapat kantong udara (*bladder*), selalu muncul di permukaan air (Kadi, 2004).

Taksonomi dari *Sargassum polycystum* menurut Anggadiredja *et al* (2006), adalah sebagai berikut :

Divisio	: Rhodophyta
Class	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Family	: Sargassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum polycystum</i>

Ciri-ciri umum alga ini adalah Thalli silindris berduri-duri kecil rapat, holdfast membentuk cakram kecil dengan di atasnya secara karakteristik terdapat perakaran/ stolon yang rimbun berekspansi ke segala arah. Batang pendek dengan percabangan utama tumbuh rimbun di bagian ujungnya, dapat mencapai tinggi sekitar 2 meter. Sebaran. Alga ini di daerah tropis hingga subtropis (Anonymous, 2008).

Gambar morfologi rumput laut *Sargassum polycystum* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Sargassum polycystum* (Anonymous, 2008)

Sargassum polycystum adalah salah satu spesies dari rumput laut coklat yang mengandung iodium, protein, vitamin C dan mineral (Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, S, P dan Mn). Alga ini mempunyai manfaat sebagai obat gondok dan kelenjar lainnya, anti bakteri, anti tumor, sumber alginat, dan fenol (Anonymous, 2008). Menurut Matanjun *et al* (2008), melaporkan dari hasil penelitian di Kalimantan Utara bahwa kandungan fenol dari 8 spesies rumput laut yang diuji menunjukkan bahwa *Sargassum polycystum* memiliki kandungan fenol lebih besar (45,16 mg PGE/g dry ekstrak).

2.3 Fukoidan

Fukoidan adalah homopolisakarida dan heteropolisakarida yang dikenal sebagai fucans ialah suatu produk yang berkenaan dengan metabolisme fucose sulfated yang ada pada alga coklat. Fukoidan juga merupakan sulfated kompleks (Christiane *et al.*, 2006). Secara umum rumus dari Fukoidan ialah $C_6H_9O_3SO_4$ (Yunizal, 2004).

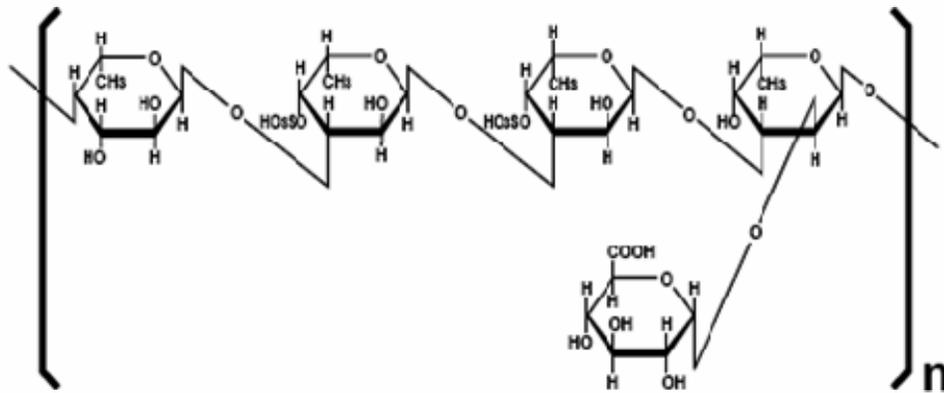
Fucans adalah dinding sel polisakarida yang terdiri atas sejumlah variabel seperti fucose, asam uronic, galactose, xylose, dan sulfate. Mereka digolongkan ke dalam tiga kelompok menurut komposisi kimianya ialah: fukoidan (homofucans), ascophyllans, dan glycuronofuco-galactans sulfate (Ruperez *et al.*, 2002)

Dengan demikian fukoidan adalah kelompok sulfat heteropolisakarida yang sebagian besar tersusun α -1,3- L-Fucose, yang merupakan unsur dari ganggang coklat dan beberapa hewan laut tak bertulang belakang (Zvyagintseva *et al.*, 2003).

Ditegaskan oleh Rioux *et al.* (2007), fukoidan merupakan salah satu polisakarida yang didapatkan dari hasil ekstraksi alga coklat. Penyusun fukoidan ialah fucose, asam uronik, galaktosa, xylose, dan fucose sulfat. Variasi fukoidan akan berbeda dari setiap jenis alga coklat yang berbeda. Fukoidan merupakan suatu polisakarida sulfat dengan BM rata-rata 20,000 Kda.

Secara kimiawi, fukoidan mengandung komponen yang lebih heterogen dari kelompok polisakarida. Komposisi sederhana mereka berisi α L - fucose, sulfate, dan asam cuka. Fukoidan yang diisolasi dari jenis ganggang coklat yang berbeda dapat berbeda pula di dalam struktur rantai utama (Bilan *et al.*, 2006).

Rumus bangun fukoidan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rumus Bangun Fukoidan Dari Okinawa Mozuku

Menurut Bilan, *et al*, (2006), mengisolasi fukoidan dengan metode sebagai berikut, dimana sample alga coklat *Anelipes japonicus* yang di dapatkan dari Teluk Astaf^{Ev} (Teluk Petrus,yang merupakan teluk yang besar di laut Jepang) dikeringkan dengan udara dan kemudian disimpan di suatu ruang hampa dengan di tambah asam fosfor anhidrid untuk mengetahui berat kering dan mengendapkan partikelnya yang berukuran < 0.1 mm. Selanjutnya direndam berturut-turut menggunakan senyawa ethanol, cloroform, metanol, dan aseton serta dikeringkan. Biomass (15 g) dan 2% CaCl_2 yang dilarutkan pada air sebanyak 150 ml sambil di aduk menggunakan magnetic stirer selama 5 jam pada suhu 85°C selanjutnya disentrifugse. Kemudian, 25 ml larutan hexadecyltrimethyl ammonium bromida (cetavlon) 10% ditambahkan pada supernatant. Residu dari alga cokelat telah didapatkan dari perlakuan yang sama sebanyak tiga kali, sari dari hasil ekstraksi dicampur dengan suatu pemisah garam cetavlon, dan cetavlon solute sebanyak 50 ml ditambahkan untuk melengkapi, untuk mendapatkan hasil akhir dari polisakarida,

dilakukan pemisahan menggunakan centrifuge, serta dicuci menggunakan air dan ethanol sambil diaduk menggunakan magnetic stirer dengan penambahan 20% NaI ethanolic (3×50 ml) pada suhu kamar selama 2–3 hari. Selanjutnya dicuci dengan ethanol, dan dilarutkan pada air, dialyzed, dan lyophilized; dan diperoleh fucoidan kasar F; fukoidan yang di hasilkan sebanyak 1.04 g (6.9% dari berat kering biomass). Fraksi F (1.35 g) dilarutkan 50 ml air, residu yang tidak dapat larut air dipisahkan menggunakan centrifuge, dan supernatan dimasukkan pada suatu kolom (3×50 cm) dari alat DEAE-Sepacel (Pharmacia, Sweden) di dalam kolom Cl–. Kolom berturut-turut dibersihkan dengan air kemudian masing- masing dengan 0.5, 1.0, dan 1.5 M NaCl, Waktu yang diperlukan sampai reaksi eluate tidak terjadi lagi, untuk karbohidrat dengan zat asam karbol dan endapan asam sulfuric. Larutan garam dialyzed, diendapkan, dan lyophilized. Sehingga didapatkan fraksi F1–F3.

2.4 Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Spektrofotometri infra merah adalah alat bantu yang berguna untuk mengidentifikasi macamnya ikatan yang terdapat dalam suatu senyawa. Dengan diketahuinya macamnya ikatan kovalen yang ada dan tidak ada, maka dapat diperkirakan gugus fungsional dalam suatu struktur misalnya, bila suatu senyawa mempunyai ikatan O – H, maka senyawa dapat berupa asam karboksilat (RCO_2H), alkohol (ROH), atau senyawa fenol (ArOH) (Fessenden and Fessenden, 1997^a).

Skala pada dasar spektra adalah bilangan gelombang, yang berkurang dari 4000 cm^{-1} sampai sekitar 670 cm^{-1} atau lebih rendah. Daerah antara 1400 – 4000 (2,5 sampai kira-kira $7,1 \mu\text{m}$), bagian kiri spektrum infra merah, merupakan daerah yang

khusus berguna untuk identifikasi gugus-gugus fungsional. Daerah ini menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh modus uluran. Daerah di kanan 1400 cm^{-1} seringkali sangat rumit karena adanya modus uluran maupun modus tekukan didaerah tersebut. Dalam daerah ini biasanya korelasi antara suatu pita dan suatu gugus fungsional spesifik tak dapat ditarik dengan cermat, namun tiap senyawa organik mempunyai resapan yang unik didaerah ini (Fessenden and Fessenden, 1997^b).

2.5 Kolesterol

Kolesterol merupakan zat seperti lemak yang terdapat di dalam makanan yang berasal dari hewan. Kolesterol tidak sama dengan lemak jenuh dan makanan yang mengandung kolesterol jelas dapat meningkatkan kadar kolesterol. Kolesterol diperlukan untuk fungsi tubuh yang normal, akan tetapi hati membuat kolesterol yang cukup untuk kebutuhan tubuh, sehingga pada dasarnya kita tidak perlu memakan kolesterol. Kolesterol ditemukan pada telur, susu, daging, unggas, ikan dan kerang-kerangan. Ikan pada umumnya mengandung sedikit kolesterol. Makanan yang sama sekali tidak mengandung kolesterol adalah buah-buahan, sayur-sayuran, beras, gandum dan kacang-kacangan. Walaupun kolesterol bukan lemak, tetapi dapat ditemukan pada makanan yang tinggi ataupun rendah lemak yang berasal dari hewan (Anwar, 2003).

Kolesterol dibentuk dalam sitoplasma sel hati. Kolesterol adalah steroid yang paling melimpah dalam tubuh hewan. Sekitar 90% kolesterol yang disintesis oleh mamalia dibentuk di hati dan disebar ke plasma darah dan jaringan lain. Kolesterol plasma terikat pada lipoprotein. Darah normal mengandung 120 sampai 200 mg

kolesterol per 100ml plasma peningkatan sampai 200-300mg kolesterol per 100 ml plasma dianggap ancaman terhadap kesehatan dan dikaitkan dengan aterosklerosis (Wilbraham dan Matta, 1992).

Kadar kolesterol total darah yang sebaiknya adalah < 200 mg/dl, bila > 200 mg/dl berarti risiko untuk terjadinya penyakit jantung koroner (PJK) meningkat. Bila kadar kolesterol darah berkisar antara 200-239 mg/dl, tetapi tidak ada faktor resiko lainnya untuk penyakit jantung koroner (PJK) maka biasanya tidak diperlukan penanggulangan yang intensif. Akan tetapi bila dengan kadar tersebut didapatkan penyakit jantung koroner (PJK) atau 2 faktor resiko lainnya untuk penyakit jantung koroner (PJK) maka diperlukan pengobatan yang intensif seperti halnya penderita dengan kadar kolesterol yang tinggi atau > 240 mg/dl (Anwar, 2004).

2.6 Trigliserida

Trigliserida alami adalah triester dari asam lemak berantai panjang (C_{12} sampai C_{24}) dan gliserol, merupakan penyusun utama lemak hewan dan minyak. Trigliserida termasuk lemak sederhana dan juga merupakan bentuk cadangan lemak dalam tubuh manusia (Wilbraham dan Matta, 1992). Trigliserida merupakan lemak di dalam tubuh yang terdiri dari 3 jenis lemak ialah lemak jenuh, lemak tidak jenuh tunggal dan lemak tidak jenuh ganda. Kadar trigliserida yang tinggi merupakan faktor resiko untuk terjadinya penyakit jantung koroner (PJK). Untuk mengukur kadar trigliserida harus puasa 12 jam sebelum pemeriksaan darah karena kadarnya akan meningkat segera setelah makan. Tidak seperti pemeriksaan kadar kolesterol, untuk

mengukurnya tidak perlu puasa karena kadarnya tidak begitu terpengaruh setelah makan (Anwar, 2003).

Trigliserida adalah ester dari *trihydric alcohol glycerol* dengan 3 asam lemak rantai panjang. Trigliserida disintesis di hati dan juga terdapat dalam makanan. Penentuan Trigliserida digunakan dalam diagnosis dan penanganan pasien dengan *diabetes melitus* (DM), nefrosis, obstruksi hati, gangguan metabolisme lipid dan penyakit endokrin lainnya. Pemeriksaan trigliserida mempunyai tujuan untuk menentukan status trigliseridemik, untuk memperkirakan risiko penyakit jantung koroner (PJK), dan untuk menghitung konsentrasi kolesterol-*low density lipoprotein* (LDL). Trigliserida juga diduga merupakan penentu utama dari esterifikasi kolesterol atau transfer kolesterol dan remodeling *high density lipoprotein* (HDL) dalam plasma manusia (Susanti, 2006).

Trigliserida merupakan lemak didalam tubuh yang terdiri dari 3 jenis lemak ialah lemak jenuh, lemak tidak jenuh tunggal dan lemak tidak jenuh ganda. Pengukuran kadar trigliserida kadang-kadang diperlukan untuk menghitung kadar *low density lipoprotein* (LDL) kolesterol, karena pemeriksaan laboratorium biasanya langsung dapat mengukur kolesterol total, *high density lipoprotein* (HDL) kolesterol dan trigliserida (Anwar, 2004).

2.7 High Density Lipoprotein (HDL)

High Density Lipoprotein (HDL)kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat “baik” atau menguntungkan, karena mengangkut kolesterol dari pembuluh

darah kembali ke hati untuk dibuang sehingga mencegah penebalan dinding pembuluh darah atau mencegah terjadinya proses aterosklerosis (Anwar, 2004).

Kolesterol dalam fraksi HDL dikenal sebagai kolesterol-HDL. Konsentrasi serum kolesterol-HDL yang rendah dinilai sebagai risiko penyakit jantung iskemik. Konsentrasi kolesterol-HDL yang rendah ditemukan pada penyakit jantung koroner, hiperkolesterolemia, perokok, obesitas dan diabetes. Jalur metabolisme kolesterol-HDL dimulai dari HDL nascent yang dibentuk di hati dan usus halus masuk ke dalam aliran darah dan mencapai jaringan perifer seperti makrofag untuk mengambil kolesterol bebas. Kolesterol bebas terdapat di bagian dalam makrofag. Untuk mencapai bagian tepi dari makrofag diperlukan bantuan ABCA-1 transporter yang membawa kolesterol bebas dari bagian tengah makrofag ke tepi yang kemudian diambil oleh HDL nascent. Kolesterol bebas dalam HDL nascent akan diubah menjadi kolesterol ester dengan bantuan *lecithin-cholesterol acyl transferase* (LCAT) dan kofaktor *apo A-1*. Dengan demikian HDL *nascent* akan berubah menjadi HDL *mature* (Susanti, 2006).

2.8 LDL (Low Density Lipoprotein)

Low Density Lipoprotein (LDL) kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat “buruk” atau merugikan, karena kadar LDL kolesterol yang tinggi akan menyebabkan penebalan dinding pembuluh darah. Kadar LDL kolesterol lebih tepat sebagai petunjuk untuk mengetahui risiko penyakit jantung koroner (PJK) daripada kadar kolesterol saja. Pengukuran kadar trigliserida kadang-kadang diperlukan untuk menghitung kadar LDL kolesterol, karena pemeriksaan laboratorium biasanya

langsung dapat mengukur kolesterol total, HDL kolesterol dan trigliserida sedangkan untuk mendapatkan kadar LDL kolesterol dipakai rumus (Anwar, 2004) :

$$\text{LDL} = \text{kolesterol total} - \text{HDL} - \text{trigliserida}$$

Lipoprotein terdiri dari subpopulasi yang memiliki densitas dan ukuran yang beraneka ragam. Salah satunya adalah LDL. 40-50% dari massa lipoprotein plasma berupa partikel LDL. Ditinjau dari beratnya, LDL terdiri dari 80% lemak dan 20% protein. Sekitar 60% dari lemak pada LDL adalah kolesterol. Apo B adalah apoprotein utama yang terdapat dalam LDL. Metabolisme LDL dalam plasma telah diteliti selama bertahun-tahun. Salah satu penelitian dilakukan dengan pemberian label (^{125}I -LDL) pada partikel LDL dan disuntikkan pada individu dengan perlemakan normal atau individu yang hiperlipidemik. Hasilnya menunjukkan proses metabolisme yang heterogen. Selama 5 hari pertama terjadi laju ekskresi radioaktif iodotirosin yang tinggi, hal ini menunjukkan laju katabolisme lipoprotein yang tinggi pula. Pada hari-hari berikutnya (hari ke- 5-14) terjadi laju ekskresi yang lambat dari radioaktif dan tentunya laju katabolisme LDL juga berkurang. Penelitian ini mendorong timbulnya suatu kesimpulan yang menyatakan bahwa minimal partikel LDL terdiri dari 2 spesies. Spesies pertama dikatabolisme cepat (mungkin oleh reseptor) dan yang kedua dikatabolisme lebih lambat (Susanti, 2006).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah bahan pembuatan fukoidan, bahan untuk ransum tikus, bahan untuk analisis kimia dan bahan untuk uji tikus percobaan.

3.1.1.1 Bahan Pembuatan Fukoidan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah bahan untuk ekstraksi rumput laut. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput laut *Sargassum polycystum* dalam keadaan segar yang diperoleh dari Pulau Talango, Kabupaten Sumenep, Madura.

Bahan-bahan yang digunakan untuk ekstraksi adalah etanol 85%, CaCl_2 2%, aquadest dengan standar PA, dan kertas whatman no 40 dibeli dari PT Panadia Malang.

3.1.1.2 Bahan Untuk Ransum Tikus

Pada penelitian ini terdapat 3 macam ransum tikus percobaan, ialah ransum standar, ransum perlakuan dan ransum berkolesterol. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ketiga macam ransum tersebut ialah :

- Protein (kasein) yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

- Lemak (minyak jagung) merk "China corn oil" diproduksi PT. Intiboga Sejahtera Jakarta, diperoleh dari toko Candra Malang.
- *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) dengan standar *food grade* diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Vitamin merk "Supravit" produksi PT. Erela Semarang diperoleh dari apotek Sejati, Malang.
- Lemak sapi jenuh 20% diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

3.1.1.3 Bahan Untuk Analisis Kimia

Bahan untuk analisis kadar lipid serum darah tikus antara lain Good's buffer pH 7.2 dan pH 6.7, 4-Chlorophenol, ATP, Mg^{2+} , Glycerokinase (GK), Peroxidase (POD), Lipoprotein Lipase (LPL), 4-Aminoantipyrine, Glycerol-3-phosphate-oxidase (GPO), Phenol, Cholesterol esterase (CHE) serta Cholesterol oxidase (CHO) dengan merek dagang *Diasys* produksi *Diasys Diagnostic Systems GmbH & Co. KG* Jerman.

3.1.1.4 Bahan untuk uji (tikus percobaan)

Hewan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus wistar (*Rattus norvegicus*), bersifat *omnivore* (pemakan segala), mempunyai jaringan yang hampir sama dengan manusia serta kebutuhan zat gizinya serupa dengan manusia. Tikus strain ini pertama kali dikembangkan oleh *Weistar Institut of Biology and Anatomy*, secara luas digunakan untuk penelitian laboratorium. Ukuran tubuhnya lebih kecil daripada tikus Sprague-Dowley dan sangat mudah menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Sifatnya sangat jinak asalkan tidak diganggu (Astuti, 1986).

Tikus wistar (*Rattus norvegicus*) yang digunakan berjenis kelamin jantan yang berumur 3 bulan dengan berat 226 ± 12 gram, karena tikus jantan tidak mengalami haid jadi metabolisme tidak banyak dipengaruhi hormon esterogen dan lemak. Tikus ini diperoleh dari Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah alat untuk pembuatan fukoidan, alat pembuatan ransum tikus, alat pemeliharaan tikus dan alat untuk analisis kolesterol

3.1.2.1 Alat Pembuatan Fukoidan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah blender merk National, mortar, nampan, timbangan analitik dengan keteletian 0,01 g, beaker glass 500 ml, gelas ukur 100 ml, lemari asam, magnetic stirer, hot plate, thermometer, labu takar 1 L, sentrifuge, kuvet, erlenmeyer 250 ml dan 500 ml, pipet volume 10 ml, bola hisap, pipet tetes, corong kaca dan spatula. Untuk uji senyawa antioksidan digunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).

3.1.2.2 Alat Pembuatan Ransum

Alat yang digunakan untuk membuat ransum tikus antara lain timbangan, blender, baskom plastik, cetakan pelet, loyang, alat penggiling daging dan oven.

3.1.2.3 Alat Pemeliharaan Tikus

Alat yang digunakan untuk pemeliharaan tikus terdiri dari kandang tikus berupa box persegi panjang terbuat dari plat tembaga, didalamnya terdapat sekat yang membagi box tersebut menjadi 5 bagian kandang (ukuran per bagian kandang untuk panjang x lebar x tinggi = 12.50 cm x 20.00 cm x 15.00 cm) dengan tutup dibagian atas kandang dan nampan penampung sisa pakan serta feses tikus dibagian bawahnya, juga dilengkapi peralatan lainnya seperti tempat pakan dan botol minum. Adapun gambar dari kandang ini dapat dilihat pada lampiran 18. Wadah pakan yang digunakan adalah wadah pakan burung dan diletakkan dalam tiap-tiap kandang dengan menggunakan kawat sebagai pengaitnya. Botol minum terbuat dari bahan gelas yang pada bagian mulutnya disumbat karet dilengkapi dengan pipa kaca sebagai sedotan dibagian tengahnya. Timbangan analitik juga dipakai dalam pemeliharaan tikus percobaan guna mengetahui berat badan tikus, feses dan sisa pakan.

3.1.2.4 Alat Untuk Analisis Kolesterol

Alat yang digunakan untuk mengambil serum darah meliputi kapas, tabung *appendorf* dan *haematocrit*.

Analisis kadar lipid serum darah meliputi analisis kolesterol dalam darah dan trigliserida. Alat yang digunakan untuk analisis adalah tabung reaksi, pipet tetes, *appendorf*, vortex, kuvet, sentrifuge dan spektrofotometer.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Percobaan eksperimen adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan tersebut dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen dan menyelidiki kontrol untuk pembandingan (Natzir, 1988).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen atau percobaan yang bertujuan untuk mengetahui suatu gejala atau pengaruh yang timbul, sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu. Ciri khusus dari penelitian eksperimen adalah adanya percobaan atau trial. Percobaan itu berupa perlakuan atau intervensi terhadap suatu variable. Dari perlakuan tersebut diharapkan terjadi perubahan atau pengaruh terhadap variable yang lain (Notoatmodjo, 2005).

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) factorial dengan 3 perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan dalam percobaan ini adalah konsentrasi fukoidan (2 %, 4 %, 6 %).

Analisa data yang digunakan dalam penelitian utama adalah metode analisa sidik ragam. Selain perlakuan pada penelitian ini, semua media percobaan dalam keadaan lingkungan lainnya serba sama atau homogen (Yitnosumarto, 1991).

Metode analisa yang digunakan adalah sidik ragam yang mengikuti model sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = Nilai tengah umum
- T_i = Pengaruh perlakuan ke-i
- e_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- j = Ulangan
- I = Perlakuan

Apabila hasil analisis keragaman (sidik ragam) menunjukkan adanya pengaruh yang nyata / sangat nyata maka dilanjutkan dengan analisis beda nyata terkecil (BNT).

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Perlakuan		Ulangan			Jumlah
Konsentrasi fukoidan (A)	Pengamatan (B)	I	II	III	
Kontrol 0%	0 hari				
	6 hari				
	12 hari				
2 %	0 hari				
	6 hari				
	12 hari				
4 %	0 hari				
	6 hari				
	12 hari				
6 %	0 hari				
	6 hari				
	12 hari				
Jumlah					



3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Proses Pembuatan Fukoidan

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Rioux *et al.*, (2007) yang telah dimodifikasi. Pada penelitian pendahuluan ekstraksi rumput laut coklat (*Sargassum polycystum*) diawali dengan penggilingan menggunakan blender \pm selama 5 menit. Namun pada hasil penelitian pendahuluan terdapat beberapa kesulitan sehingga dilakukan modifikasi dengan mengeringkan bahan baku terlebih dahulu. Rumput laut coklat (*Sargassum polycystum*) dijemur dikering angin untuk mengurangi kadar air bahan, kemudian dicuci dengan air ledeng untuk menghilangkan kotoran yang melekat, dikeringkan lagi pada suhu kamar selama 24 jam agar kadar airnya berkurang sehingga lebih mudah untuk dihaluskan lalu digiling. Selanjutnya dilakukan perendaman menggunakan pelarut etanol dan dilakukan tahap ekstraksi sehingga diperoleh fukoidan dengan menggunakan pelarut CaCl_2 .

- **Pengeringan**

Pengeringan adalah suatu metode untuk mengurangi jumlah kandungan air didalam suatu bahan pangan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Penurunan kandungan air biasanya dilakukan sampai mencapai kadar air tertentu sehingga enzim dan mikroba penyebab kerusakan bahan pangan menjadi tidak aktif atau mati (Marliyati, *et al.*, 1992).

Proses pengeringan menggunakan sinar matahari selama ± 10 jam, kemudian dikeringkan lagi pada suhu kamar selama 24 jam agar kadar airnya berkurang sehingga lebih mudah untuk dihaluskan.

- **Penggilingan *Sargassum polycystum***

Penggilingan rumput laut *Sargassum polycystum* dilakukan dengan menggunakan blender selama ± 5 menit. Hasil penggilingan berupa bubuk halus berwarna coklat tua. Penggilingan ini bertujuan untuk memperluas permukaan sehingga mempermudah proses selanjutnya.

- **Depigmentasi dan Deproteinasi *Sargassum polycystum* dengan Pelarut Etanol**

Rumput laut kering halus ditimbang sebanyak 30 g menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,001 g. Selanjutnya dimasukkan tabung erlenmeyer dan ditambah pelarut etanol 85 % sebanyak 180 ml untuk direndam selama 24 jam agar terjadi penguraian warna atau depigmentasi. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi dengan tujuan untuk memudahkan pemisahan antara supernatan dan cairan pada saat penyaringan. Lalu disaring menggunakan kertas whatman nomor 40, untuk residu ditambahkan larutan etanol 85 % sebanyak 180 ml dan dipanaskan di atas hotplate stirer pada suhu 70 °C selama 10 jam dengan kecepatan 455-500 rpm. Lalu disentrifugasi sebelum dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas whatman nomor 40. Pada hasil ini didapatkan supernatan (residu), residu tersebut selanjutnya akan diekstraksi.

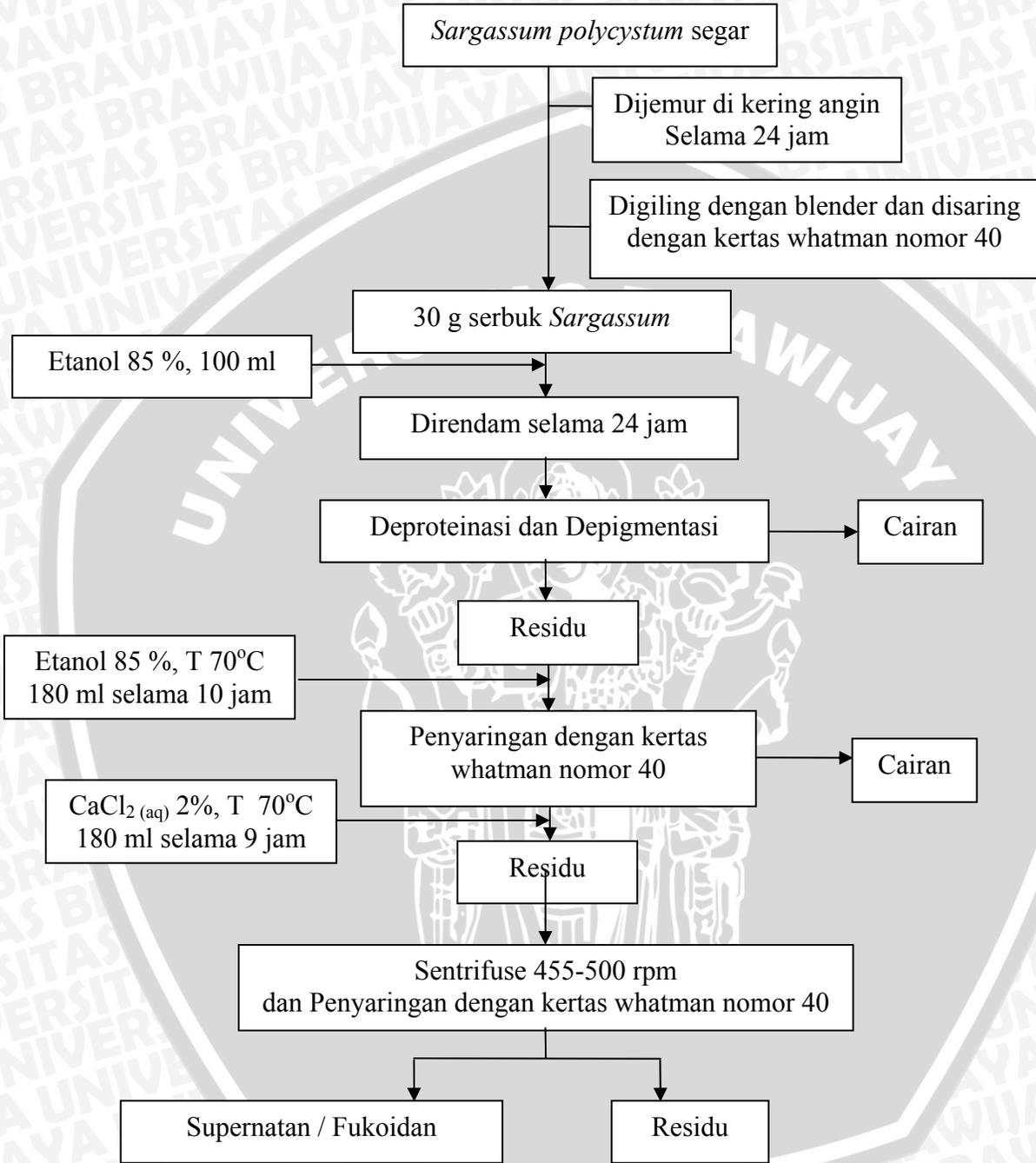
- **Ekstraksi Residu**

Residu ini ditambahkan CaCl_2 2 % sebanyak 180 ml pada suhu 70°C selama 9 jam sambil dipanaskan diatas hotplate stirer dengan kecepatan 455-500 rpm. Selanjutnya disentrifugasi dan disaring menggunakan kertas whatman no 40, sehingga diperoleh filtrat dan residu.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



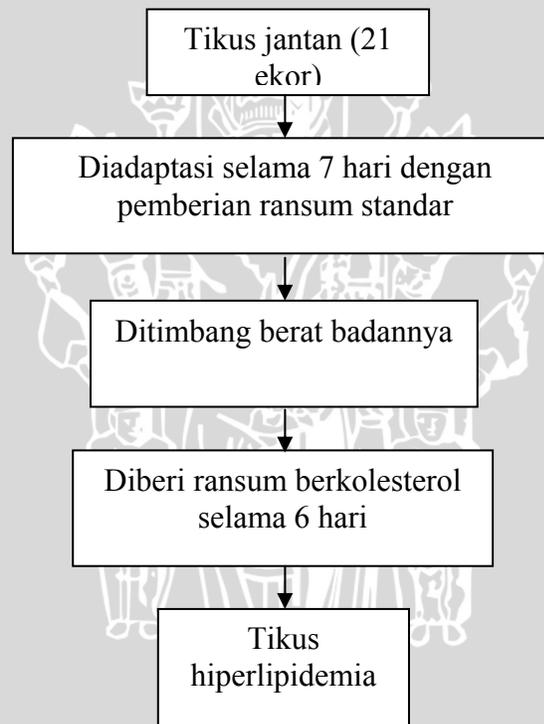
Alur Proses Ekstraksi *Sargassum polycystum* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Alur proses ekstraksi *Sargassum Polycystum* modifikasi metode Rioux, et al (2007)

Pembuatan tikus *hiperlipidemia* dilakukan dengan cara menaikkan kadar lipid tikus wistar (*rattus norvegicus*) dengan mengganti ransum standar dengan ransum berkolesterol, ialah ransum dengan penambahan lemak sapi jenuh sebanyak 20% dari berat ransum standar. Pemberian ransum berkolesterol ini dilakukan setelah tikus wistar diaklimatisasi dalam laboratorium selama 7 hari. Ransum berkolesterol diberikan selama 6 hari. Menurut Wirawan (2004), kondisi *hiperlipidemia* dicapai pada hari ke-6 setelah tikus mengkonsumsi ransum berkolesterol.

Pembuatan Tikus *Hiperlipidemia* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan tikus *hiperlipidemia*

3.4.3 Pembuatan Ransum

Dalam penelitian ini terdapat 3 jenis ransum tikus percobaan, ialah ransum standar, ransum berkolesterol, dan fukoidan. Komposisi ransum standar yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti ransum *Standart National Research Council* (NRC) (1978). Adapun komposisi ransum standar dapat dilihat pada Tabel 1.

Komposisi ransum berkolesterol dibuat sama dengan ransum standar, tetapi karbohidrat (tepung maizena) 60% dikurangi menjadi 40% dan diganti dengan lemak sapi jenuh sebanyak 20%. Adapun komposisi ransum standar dan ransum berkolesterol tikus dapat dilihat pada Tabel 2.

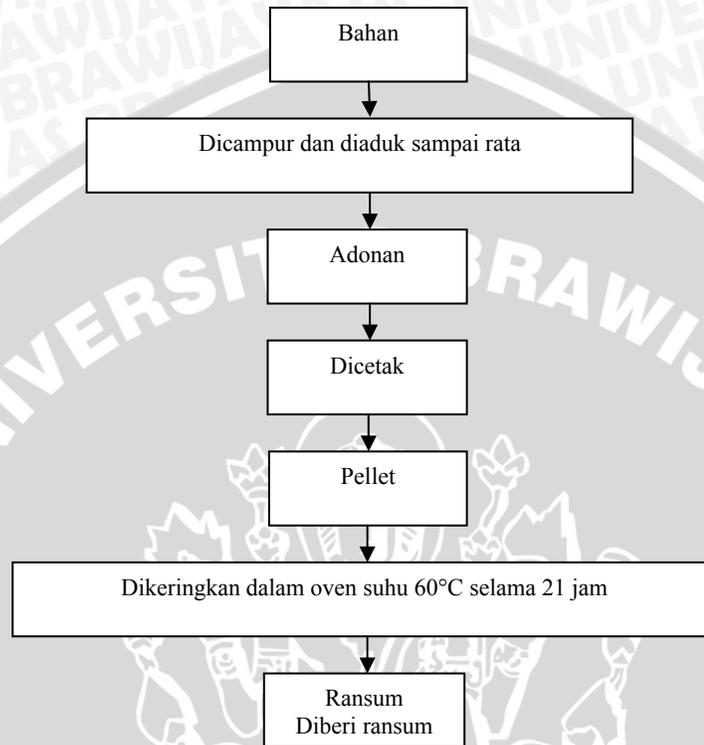
Tabel 2. Komposisi ransum pakan tikus

Bahan	Jenis ransum pakan	
	Ransum standar (%) *	Ransum berkolesterol (%)
Kasein	20	20
Minyak jagung	5	5
CMC makanan	5	5
Mineral <i>mix</i> ¹	4	4
Vitamin <i>mix</i> ²	1	1
Air	5	5
Tepung maizena	60	40
Lemak sapi jenuh	-	20

Sumber *: National Research Council (NRC), 1978

Cara pembuatan kedua ransum standar dan berkolesterol sama, yaitu semua bahan ransum dimasukkan satu per satu, dicampur dan diaduk secara merata. Bahan-bahan yang telah tercampur rata dibentuk dengan penghalus daging menjadi pelet dan kemudian dioven selama 21 jam dengan suhu 60°C. Ransum dibuat tiap 2 hari sekali, ransum standar setelah dikemas dalam plastik disimpan pada suhu kamar sedangkan

ransum berkolesterol disimpan dalam lemari es. Secara skematis, prosedur pembuatan ransum dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur pembuatan ransum

3.5 Prosedur Pelaksanaan Percobaan

Mula-mula tikus putih jantan berumur 2 bulan diaklimatisasi selama 7 hari dengan lingkungan pemeliharaan dengan cara menempatkan setiap tikus dalam kandangnya (dikandangkan secara individu) dengan kondisi kandang sebagai berikut: cukup cahaya, ventilasi udara didalam kandang cukup dan suhu udara pada suhu kamar. Tujuan tikus dikandangkan secara individu dan tertutup adalah agar tikus tidak terpengaruh atau terganggu dengan tikus yang lain dan agar lebih mudah untuk mengontrol kebutuhan ransum dan air minum serta jumlah feses yang dihasilkan. Dan

tujuan dari tikus diadaptasi selama 7 hari adalah untuk penyesuaian dengan lingkungan, mengontrol kesehatan dan berat badannya, serta menyeragamkan makanannya (Wikanta *et al.*, 2003).

Kemudian tikus diberi ransum standar dan minum secara *ad libitum* (tak terbatas), dimana tikus diberi kebebasan untuk makan dan minum sesuai dengan keinginannya. Prinsip pemberian ransum adalah berdasarkan presentase berat badan tikus. Menurut Wasito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus. Jumlah ransum yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih ransum yang diberikan dengan sisa ransum yang dimakan oleh tikus.

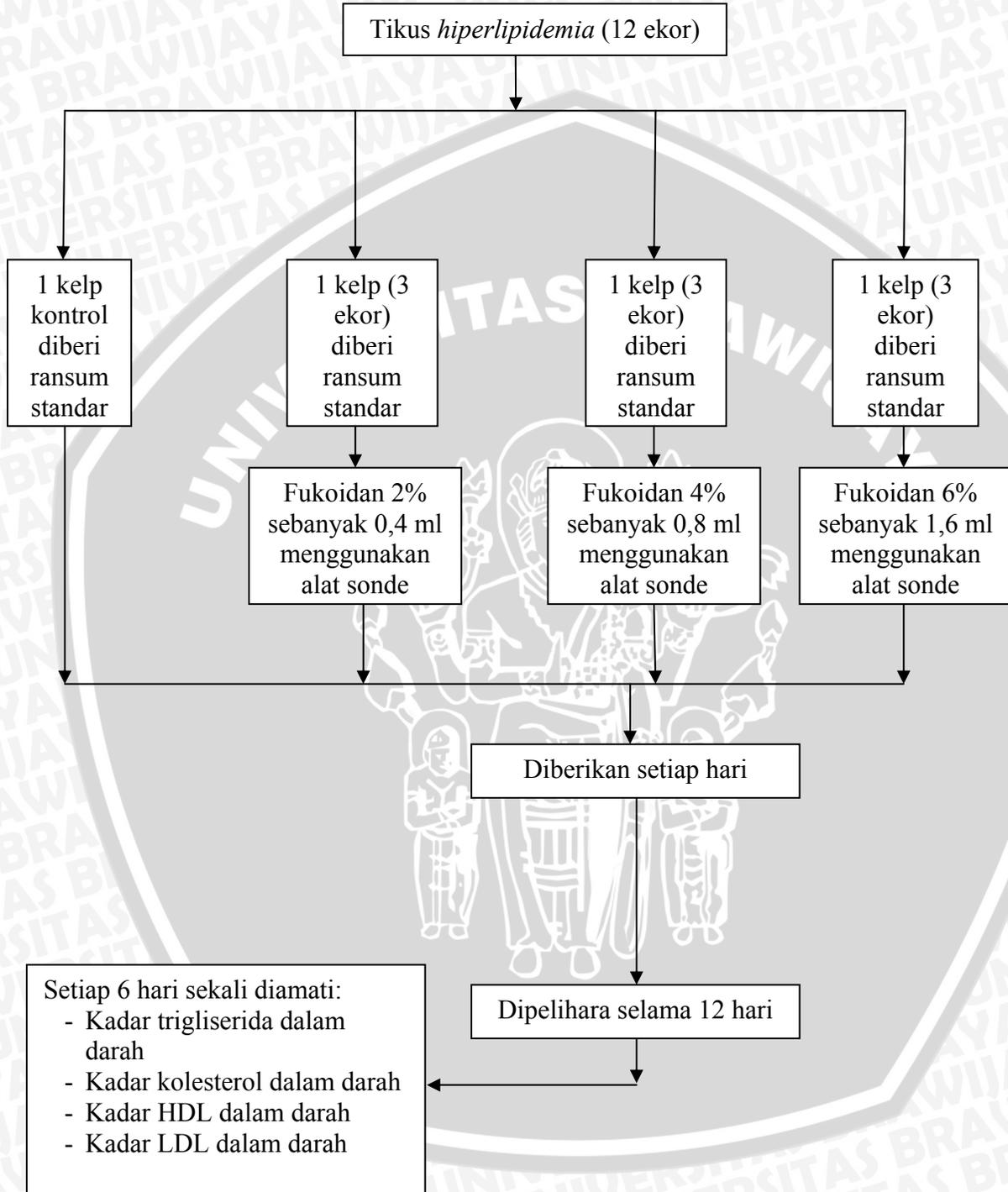
Setelah masa aklimatisasi maka kadar lipid dinaikkan dengan mengganti ransum standar dengan ransum berkolesterol. Ransum berkolesterol diberikan selama 6 hari, Kondisi hiperlipidemia dicapai pada hari ke-6 setelah tikus mengkonsumsi ransum yang mengandung lemak sapi jenuh 20% (Susanti, 2004).

Setelah kondisi hiperlipidemia tercapai, kemudian pemberian ransum berkolesterol dihentikan. Tikus dipelihara selama 12 hari, diberi ransum standar dan fukoidan dengan cara cekok. Setiap 6 hari sekali tikus diambil darahnya untuk dianalisis kadar kolesterol total, kadar trigliserida, kadar HDL, kadar LDL dalam darah dan kadar kolesterol dalam feses. Pengambilan darah dilakukan setiap jam 8.00 sebelum pemberian pakan jam 9.00. Sebelum diambil darahnya, tikus dipuaskan terlebih dahulu selama ± 12 jam. Tujuan dari perlakuan ini adalah agar darah yang dianalisis benar-benar merupakan darah murni (tidak terpengaruh oleh lemak yang terkandung dalam makanan). Pengambilan darah dilakukan melalui *sinus orbitalis*

(terletak di organ mata) sebanyak 1 ml dengan menggunakan *haematocrit* dan dimasukkan pada tabung *appendorf*. Menurut Smith and Mangkoewidjojo (1988), keuntungan dari pengambilan darah melalui *sinus orbitalis* adalah volume darah dapat diperoleh dalam jumlah yang banyak, tidak memerlukan anestesi (zat pembius), darah lebih bersih dan tidak perlu membunuh tikus. Serum darah kemudian disentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm (hingga terbentuk 2 lapisan). Lapisan atas yang berwarna jernih kekuningan adalah serum yang kemudian diambil dengan pipet dan dimasukkan ke dalam *appendorf* lalu dianalisa kadar kolesterol total, kadar trigliserida, kadar HDL, dan kadar LDL dalam darah. Skema percobaan dapat dilihat pada gambar 6.



Skema Kerja Pelaksanaan Percobaan



Gambar 6. Skema Kerja Pelaksanaan Percobaan

3.6 Parameter Uji

Parameter uji yang digunakan untuk mengetahui jenis senyawa polisakarida pada *Sargassum polycystum* menggunakan FTIR, kadar air, kadar abu, pH, trigliserida dalam darah, kadar HDL dan LDL dalam darah. Sedangkan uji Pb digunakan untuk mengetahui kandungan logam beratnya.

a. FTIR (Hadi, 2008)

Identifikasi senyawa organik menggunakan infra red spektrofotometer. Prinsip kerja spektrofotometri IR adalah sumber radiasi yang dipancarkan oleh sumber sinar (radiasi) akan dilewatkan ke sel sampel, kemudian difokuskan oleh monokromator dan diteruskan ke detektor untuk difokuskan menjadi spektrum dengan panjang gelombang sesuai dengan gugus fungsional yang terdapat di dalamnya.

b. Kadar Air (Sudarmadji *et al.*, 1992)

Metode yang digunakan dalam analisa kadar air adalah thermogravimetri (pengeringan). Prinsip kerja dari metode ini adalah menguapkan air dalam bahan pangan dengan jalan pemanasan, kemudian menimbang bahan hingga dicapai berat konstan yang berarti semua air bebas sudah diuapkan.

c. Kadar Abu (Sudarmadji *et al.*, 1992)

Penentuan kadar abu didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi sekitar 500°C sampai 600°C terhadap semua senyawa organik dalam bahan. Kadar abu ditentukan berdasarkan berat kering bahan dan dinyatakan dalam persen.

d. Uji Pb (SNI, 2004)

Metode yang digunakan untuk penentuan logam timbal, dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (AAS) pada kisaran kadar Pb 1,0 mg/L sampai dengan 20,0 mg/L dan panjang gelombang 283,3 nm. Prinsipnya ialah penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat-zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji dengan bantuan pemanas listrik, kemudian diukur dengan AAS menggunakan gas asetilen, C_2H_2 .

e. Triglicerida Dalam Darah (Anonymous, 2009)

Triglicerida adalah suatu ester gliserol. Triglicerida terbentuk dari 3 asam lemak dan gliserol. Apabila terdapat satu asam lemak dalam ikatan dengan gliserol maka dinamakan monogliserida. Fungsi utama Triglicerida adalah sebagai zat energi. Lemak disimpan di dalam tubuh dalam bentuk triglicerida. Apabila sel membutuhkan energi, enzim lipase dalam sel lemak akan memecah triglicerida menjadi gliserol dan asam lemak serta melepaskannya ke dalam pembuluh darah. Oleh sel-sel yang membutuhkan komponen-komponen tersebut kemudian dibakar dan menghasilkan energi, karbondioksida (CO_2), dan air (H_2O).

f. Kadar HDL Dalam Darah

Metode yang digunakan adalah presipitasi dari LDL, VLDL dan *Chylomicrons* menggunakan *HDL Precipitant kit* dengan merk dagang *Diasys* produksi *Diasys Diagnostic Systems GmbH & Co. KG* Jerman. Prinsip dari metode ini ialah mengendapkan *chylomicrons*, VLDL, dan LDL dengan cara menambahkan asam fosfotungistic dan ion magnesium pada sampel. Selanjutnya disentrifuse

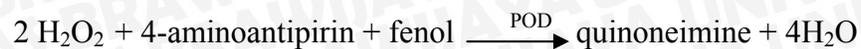
sehingga hanya tertinggal HDL sebagai supernatan. Jumlah kolesterolnya bisa ditentukan secara enzimatis. Reagen yang digunakan adalah magnesium klorida sebanyak 25 mmol/l dan asam fosfotungistic sebanyak 0,55 mmol/l.

g. Kadar LDL Dalam Darah

Berdasarkan *Formula Friedewald* yang dipercaya bahwa hanya chylomicron yang tidak ada pada sampel dan konsentrasi trigliserida sebesar 400mg/dl dan sampel menunjukkan tidak ada tanda dari *hiperlipoproteinemia* tipe 3.

f. Kadar kolesterol dalam darah

Tujuannya ialah untuk mengetahui kadar kolesterol dalam darah tikus setelah pemberian ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan adalah *enzymatic colorimetric test chod-pap* menggunakan kolesterol kit dengan merek dagang *Diasys* produksi *Diasys Diagnostic Systems GmbH & Co. Kg* Jerman. Prinsip dari metode ini adalah dengan menentukan kolesterol setelah dihidrolisis enzimatis dan dioksidasi. Sebagai indikatornya adalah dengan terbentuknya *aguinoneimine* dari reaksi *4-aminoantopirin* dan fenol oleh hidrogen peroksida dibawah pengaruh katalis *peroksidase*. Reagen pereaksi yang digunakan meliputi *god's buffer* pH 6.7, fenol, *4-aminoantipirin*, *Kolesterol esterase (CHE)*, *kolesterol oksidase (CHO)*, dan *peroksidase (POD)*. Prosedur analisa dan rumus perhitungan kadar kolesterol dapat dilihat pada Lampiran 16. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



3.7 Metode Penentuan Perlakuan Terbaik de Garmo

Untuk Menentukan kombinasi perlakuan terbaik digunakan metode indeks efektivitas dengan prosedur pembobotan sebagai berikut :

- a. Memberikan bobot nilai pada setiap parameter. Bobot nilai yang diberikan untuk tingkat kepentingan setiap parameter dalam mempengaruhi penerimaan konsumen yang diwakili oleh panelis.
- b. Mengelompokkan parameter yang dianalisa menjadi dua kelompok, ialah :
 - Kelompok A adalah kelompok yang terdiri dari parameter yang jika semakin tinggi reratanya semakin baik.
 - Kelompok B adalah kelompok yang terdiri dari parameter yang jika semakin tinggi reratanya semakin jelek.
- c. Menghitung nilai efektivitas dengan rumus :

$$Ne = \frac{Np - y}{x - y}$$

Ne : Nilai Efektifitas

Np : Nilai Perlakuan

x : Nilai terbaik

y : Nilai terjelek

- d. Untuk parameter dengan rerata semakin tinggi semakin baik maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan tertinggi sebagai nilai terbaik. Sebaliknya untuk parameter dengan rerata semakin kecil semakin baik, maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek dan nilai terendah sebagai nilai terbaik.

- e. Perhitungan produk : nilai produk diperoleh dari hasil perkalian nilai efektivitas dengan nilai bobot.
- f. Menterjemahkan nilai produk dari semua parameter.
- g. Kombinasi perlakuan terbaik dipilih dari kombinasi perlakuan yang memiliki nilai produk tertinggi.

(Susrini, 2005)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Bahan Baku

Hasil dari analisis bahan baku *Sargassum polycystum* meliputi : kadar abu, kadar air, dan kadar Pb dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Bahan Baku *Sargassum polycystum*

No	Parameter Uji	Nilai
1	Kadar Air	23,79 ± 0,5 %
2	Kadar Abu	39,33 ± 0,4 %
3	Logam Pb	0,27 ± 0,01 mg/Kg

* Setiap analisis dilakukan 3 kali ulangan.

4.1.1 Kadar Air

Kadar air pada rumput laut merupakan komponen yang penting karena berhubungan dengan mutu rumput laut. Kadar air sangat berpengaruh terhadap daya simpannya, karena erat kaitannya dengan aktivitas mikrobiologi yang terjadi selama penyimpanan.

Kadar air rumput laut *Sargassum polycystum* segar pada penelitian ini sebesar 23,79 ± 0,5 %. Penelitian dari Dinas Kelautan dan Perikanan menyebutkan bahwa kadar air rumput laut segar sebesar 27,8 % (Anonymous, 2000). Nilai kadar air dari hasil penelitian ini berbeda. Perbedaan ini dimungkinkan karena spesies rumput laut yang diteliti berbeda. Disamping itu, habitat dan keadaan geografis dari masing-masing rumput laut juga memungkinkan terjadinya perbedaan nilai kadar air tersebut.

4.1.2 Kadar Abu

Dari hasil penelitian, diperoleh nilai kadar abu sebesar $39,33 \pm 0,4$ %. Hasil dari penelitian sebelumnya, dikatakan bahwa kadar abu *Sargassum* sp adalah sebesar 34, 57 % (Yunizal, 2004). Sedangkan Djazuli dan Budiyanto (1997) melaporkan bahwa kadar abu rumput laut *Sargassum polycystum* adalah 23, 24 %. Menurut Yamamoto *et al.*, (1984), kandungan abu pada rumput laut coklat spesies *Laminaria angusta var.longissima* adalah 38,9 % dan *Laminaria japonica* sebesar 30,7 %.

Kadar abu yang didapatkan pada setiap spesies berbeda-beda, dalam penelitian didapatkan kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan dari hasil penelitian sebelumnya. Tingginya kadar abu ini bisa disebabkan pada saat pencucian kurang sempurna. Disamping itu juga diduga karena pengaruh kondisi bahan baku, salinitas, musim, dan umur panen. Kadar abu rumput laut terutama terdiri dari garam natrium berasal dari air laut yang menempel pada thallus rumput laut.

4.1.3 Kadar Timbal (Pb)

Timbal adalah suatu [unsur kimia](#) dalam [tabel periodik](#) yang memiliki lambang Pb dan [nomor atom](#) 82. Lambangnya diambil dari [bahasa Latin](#) *Plumbum*. Unsur ini beracun dan efek dari [racun](#) ini antara lain: menurunkan daya ingat [otak](#) (Anonymous, 2008). Sampai saat ini belum diketahui nilai positif dari timbal, namun secara ilmiah logam timbal sudah ada didalam tubuh manusia. Analisis logam timbal di dalam rumput laut *Sargassum polycystum* sangat penting untuk menentukan apakah rumput laut tersebut aman digunakan atau dikonsumsi untuk produk farmasi dan produk pangan serta sebagai salah satu indikator pencemaran kondisi perairan bahan baku .

Dari hasil penelitian diketahui bahwa *Sargassum polycystum* dari Pulau Talango mengandung timbal dalam jumlah yang relatif kecil yaitu sebesar $0,27 \pm 0,01$ mg/Kg.

Adanya kandungan timbal yang relatif kecil pada *Sargasuum polycystum* dimungkinkan alami berasal dari komponen alga itu sendiri. Ditemukannya kandungan timbal dalam *Sargasuum polycystum* ini kemungkinan berasal dari pengelupasan cat dan korosi kapal. Disamping itu juga bisa disebabkan oleh limbah bahan bakar berupa bensin atau solar yang biasa digunakan oleh kapal nelayan. Cat dan bahan bakar tersebut merupakan bahan yang mengandung timbal. Linder (1992) menyatakan bahwa kadar timbal makanan segar tergantung pada tanah dan kondisi lingkungan, jarak dari jalan dimana timbal volatil dari pembakaran mesin mobil merupakan faktor utama.

Menurut Palar (2004) dalam Anonymous (2007), konsentrasi timbal yang mencapai 188 mg/l dapat membunuh ikan. Sedangkan krustase setelah 245 jam akan mengalami kematian, apabila pada badan air konsentrasi timbal adalah 2,75 - 49 mg/l. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 membatasi kandungan logam berat timbal maksimum pada sumberdaya ikan dan olahannya adalah adalah 2,0 ppm. Untuk batas maksimum cemaran logam berat timbal dalam makanan menurut Depkes RI (1989) adalah 2000 µg/Kg. Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa *Sargassum polycystum* di Pulau Talango masih pada batas aman untuk dikonsumsi.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Kadar Kolesterol Dalam Darah

Kolesterol dibentuk dalam sitoplasma sel hati. Kolesterol adalah steroid yang paling melimpah dalam tubuh hewan. Sekitar 90% kolesterol yang disintesis oleh mamalia dibentuk di hati dan disebar ke plasma darah dan jaringan lain. Kolesterol plasma terikat pada lipoprotein. Darah normal mengandung 120 sampai 200 mg kolesterol per 100ml plasma peningkatan sampai 200-300mg kolesterol per 100 ml plasma dianggap ancaman terhadap kesehatan dan dikaitkan dengan aterosklerosis (Wilbraham dan Matta, 1992).

Hasil analisis keragaman terhadap kadar kolesterol dalam darah tikus wistar (lampiran 5.) menunjukkan bahwa konsentrasi fukoidan dalam ransum sangat nyata pengaruhnya terhadap penurunan kadar kolesterol dalam darah tikus wistar ($F_{hit} > F_{tab}$ 1%; $469,93 > 4,72$). Selanjutnya kombinasi perlakuan konsentrasi dan waktu sangat nyata pengaruhnya terhadap kadar kolesterol dalam darah tikus wistar.

Dari hasil analisis beda nyata terkecil, rerata kadar kolesterol dalam darah tikus wistar seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis beda nyata terkecil kadar kolesterol mg/dl

Perlakuan	Kadar Kolesterol	Notasi
K0W0	212.70	ghi
K0W1	214.87	ghi
K0W2	220.90	i
K1W0	206.61	g
K1W1	172.38	f
K1W2	147.90	d
K2W0	220.11	hi
K2W1	156.44	e

K2W2	123.54	b
K3W0	210.85	Gh
K3W1	133.86	c
K3W2	108.73	a

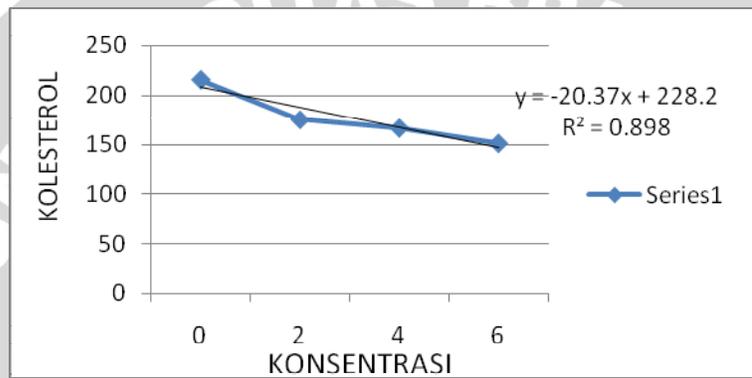
* Keterangan : K = konsentrasi
W = waktu / hari

Pada tabel diatas hasil analisis beda nyata terkecil menunjukkan bahwa semakin besar pemberian konsentrasi fukoidan terhadap tikus wistar dan semakin lama (hari) pemberian fukoidan terhadap tikus wistar maka kadar kolesterol dalam darah tikus wistar semakin menurun. Fukoidan mengubah aktivitas enzim di hati untuk menghasilkan kadar kolesterol yang rendah di dalam darah, meningkatkan pembakaran lipid di hati. Fukoidan juga mengoptimalkan tingkat HGF (*Hepatocyte Growth Factor*) di dalam hati dimana kolesterol dibuat dan asam lemak (*Fatty Acid*) disatukan (disintesa). Serta dapat menghalangi pembentukan gumpalan darah dengan pencegahan komposisi fibrin dari penggumpalan dan perekatan ke dinding arteri Anonymous (2009).

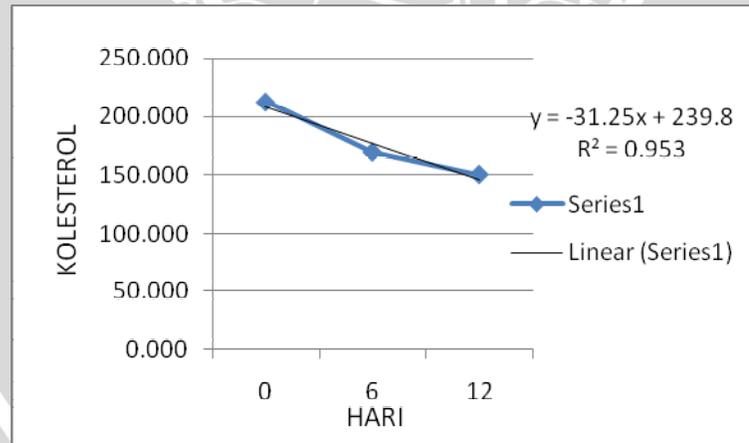
Dari tabel 4. Diatas dapat diketahui bahwa tikus wistar dengan perlakuan kontrol, kadar kolesterol dalam darah selama penelitian stabil. Hal tersebut dikarenakan untuk tikus wistar dengan perlakuan kontrol hanya mendapatkan ransum standar saja. Sedangkan untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, kadar kolesterol darah selama penelitian terus mengalami penurunan yaitu 2% dari 206,61 mg/dl menjadi 147,90 mg/dl pada hari ke 12, 4% dari 220,11 mg/dl menjadi 123,54 mg/dl dan 6% dari 210,85 mg/dl menjadi 108,73 mg/dl. Penurunan kadar kolesterol dalam

darah tikus wistar yang paling cepat pada perlakuan 6% dimana pada hari ke 6 telah mengalami penurunan mencapai 133,86 mg/dl.

Hasil analisis kadar kolesterol pada tikus wistar menunjukkan terjadinya penurunan seiring dengan meningkatnya penambahan konsentrasi fukoidan dan lamanya hari. Regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan terhadap kadar kolesterol dan lamanya hari dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Grafik regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan terhadap kadar kolesterol



Gambar 8. Grafik regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan terhadap lamanya hari

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8. dapat dilihat persamaan regresi antara penambahan konsentrasi dan kadar kolesterol yaitu $Y = -20,37x + 228,2$ dengan R^2

sebesar 0,898. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif dimana setiap penambahan konsentrasi fukoidan sebesar 2% maka kadar kolesterol akan menurun sebesar 20,37 dengan nilai koefisien determinasi 0.898 yang artinya 89,8%. Penurunan kadar kolesterol dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi fukoidan. Pada grafik regresi kolesterol terhadap hari yaitu $Y = -31,25x + 239,8$ dengan R^2 sebesar 0,953. Kadar kolesterol menurun 31,25 setiap 6 hari sekali dengan koefisien determinasi 0,953 yang artinya 95,3% . Jadi dalam hal ini penurunan kadar kolesterol juga dipengaruhi oleh lamanya hari.

4.2.2 Kadar Triglisierida Dalam Darah

Triglisierida merupakan lemak didalam tubuh yang terdiri dari 3 jenis lemak yaitu lemak jenuh, lemak tidak jenuh tunggal dan lemak tidak jenuh ganda. Pengukuran kadar triglisierida kadang-kadang diperlukan untuk menghitung kadar LDL kolesterol, karena pemeriksaan laboratorium biasanya langsung dapat mengukur kolesterol total, HDL kolesterol dan triglisierida (Anwar, 2004).

Hasil analisis keragaman terhadap kadar triglisierida dalam darah tikus wistar (lampiran 8.) menunjukkan bahwa konsentrasi fukoidan dalam ransum sangat nyata pengaruhnya terhadap penurunan kadar kolesterol dalam darah tikus wistar ($F_{hit} > F_{tab}$ 1%; $105,82 > 4,72$). Selanjutnya kombinasi perlakuan konsentrasi dan waktu sangat nyata pengaruhnya terhadap kadar kolesterol dalam darah tikus wistar.

Dari hasil analisis beda nyata terkecil, rerata kadar kolesterol dalam darah tikus wistar seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis beda nyata terkecil kadar trigliserida mg/dl

Perlakuan	Kadar Tigeliserida	Notasi
K0W0	117.59	e
K0W1	119.37	e
K0W2	124.72	e
K1W0	115.38	e
K1W1	99.02	d
K1W2	94.22	cd
K2W0	118.08	e
K2W1	87.01	Bc
K2W2	84.62	B
K3W0	117.1	E
K3W1	82.35	B
K3W2	73.31	A

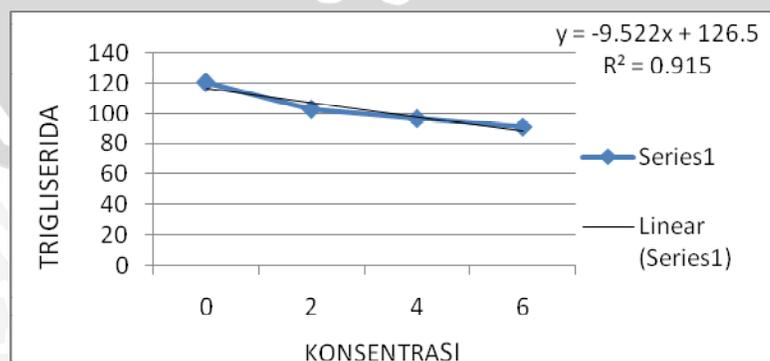
* Keterangan : K = konsentrasi
W = waktu / hari

Pada tabel 5. diatas hasil analisis beda nyata terkecil menunjukkan bahwa semakin besar pemberian konsentrasi fukoidan terhadap tikus wistar dan semakin lama (hari) pemberian fukoidan terhadap tikus wistar maka kadar trigliserida dalam darah tikus wistar semakin menurun. Fukoidan mengubah aktivitas enzym di hati untuk menghasilkan kadar kolesterol yang rendah di dalam darah dan juga kadar trigliserida, meningkatkan pembakaran lipid di hati. Fukoidan juga mengoptimalkan

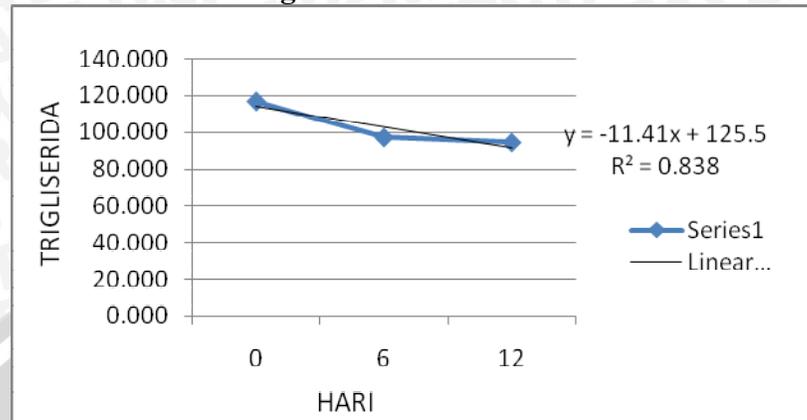
tingkat HGF (*Hepatocyte Growth Factor*) di dalam hati dimana kolesterol dan trigliserida dibuat dan asam lemak (*Fatty Acid*) disatukan (disintesa). Serta dapat menghalangi pembentukan gumpalan darah dengan pencegahan komposisi fibrin dari penggumpalan dan perekatan ke dinding arteri Anonymous (2009).

Dari tabel 5. Diatas dapat diketahui bahwa tikus wistar dengan perlakuan kontrol, kadar trigliserida dalam darah selama penelitian stabil. Hal tersebut dikarenakan untuk tikus wistar dengan perlakuan kontrol hanya mendapatkan ransum standar saja. Sedangkan untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, kadar trigliserida darah selama penelitian terus mengalami penurunan yaitu 2% dari 115,38 mg/dl menjadi 94,22 mg/dl pada hari ke 12, 4% dari 118,08 mg/dl menjadi 84,62 mg/dl dan 6% dari 117,10 mg/dl menjadi 73,31 mg/dl. Penurunan kadar trigliserida dalam darah tikus wistar yang paling cepat pada perlakuan 6% dimana pada hari ke 6 telah mengalami penurunan mencapai 34,75 mg/dl.

Hasil analisis penambahan konsentrasi fukoidan serta lamanya hari terhadap kadar trigliserida dalam darah menunjukkan terjadinya penurunan. Regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan dan lamanya hari terhadap kadar trigliserida dalam darah dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Grafik regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan terhadap kadar trigliserida dalam darah



Gambar 10. Grafik regresi lama hari pemberian fukoidan terhadap kadar trigliserida dalam darah

Berdasarkan Gambar 9 dan Gambar 10, dapat dilihat persamaan regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan dan kadar trigliserida dalam darah yaitu $Y = -9,522x + 126,5$ dengan R^2 sebesar 0,915. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif dimana setiap penambahan konsentrasi fukoidan 2% maka kadar trigliserida dalam darah akan menurun sebesar 9,522 dengan nilai koefisien determinasi 0,915 yang artinya 91,5% penurunan kadar trigliserida dalam darah dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi fukoidan. Pada grafik regresi trigliserida terhadap hari yaitu $Y = -11,41x + 125,5$ dengan R^2 sebesar 0,838. Kadar trigliserida menurun 11,41 setiap 6 hari sekali dengan koefisien determinasi 0,838 yang artinya 83,8% . Jadi dalam hal ini penurunan kadar trigliserida dalam darah juga dipengaruhi oleh lamanya hari.

4.2.3 HDL (High Density Lipoprotein)

HDL (*High Density Lipoprotein*) kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat “baik” atau menguntungkan, karena mengangkut kolesterol dari pembuluh

darah kembali ke hati untuk dibuang sehingga mencegah penebalan dinding pembuluh darah atau mencegah terjadinya proses aterosklerosis (Anwar, 2004).

Hasil analisis keragaman terhadap *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah tikus wistar (lampiran 11.) menunjukkan bahwa konsentrasi fukoidan dalam ransum sangat nyata pengaruhnya terhadap peningkatan *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah tikus wistar ($F_{hit} > F_{tab} 1\%$; $107,31 > 4,72$). Selanjutnya kombinasi perlakuan konsentrasi dan waktu sangat nyata pengaruhnya terhadap kadar kolesterol dalam darah tikus wistar.

Dari hasil analisis beda nyata terkecil, rerata kadar kolesterol dalam darah tikus wistar seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis beda nyata terkecil *high density lipoprotein* (HDL) mg/dl

Perlakuan	HDL	Notasi
K0W0	46.88	ab
K0W1	45.66	ab
K0W2	44.52	ab
K1W0	43.66	a
K1W1	46.52	ab
K1W2	57.63	cd
K2W0	42.37	a
K2W1	56.38	cd
K2W2	61.29	de
K3W0	49.25	ab
K3W1	62.6	e
K3W2	71.4	f

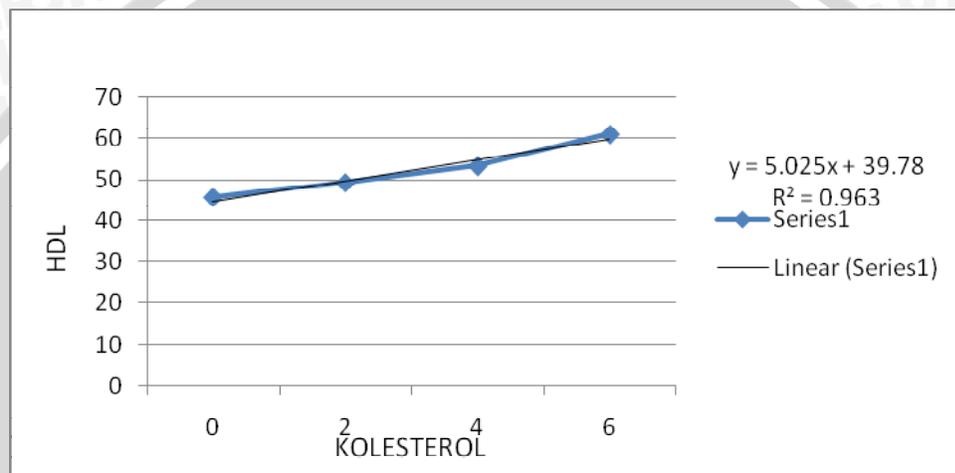
* Keterangan : K = konsentrasi
W = waktu / hari

Pada tabel 6. diatas hasil analisis beda nyata terkecil menunjukkan bahwa semakin besar pemberian konsentrasi fukoidan terhadap tikus wistar dan semakin

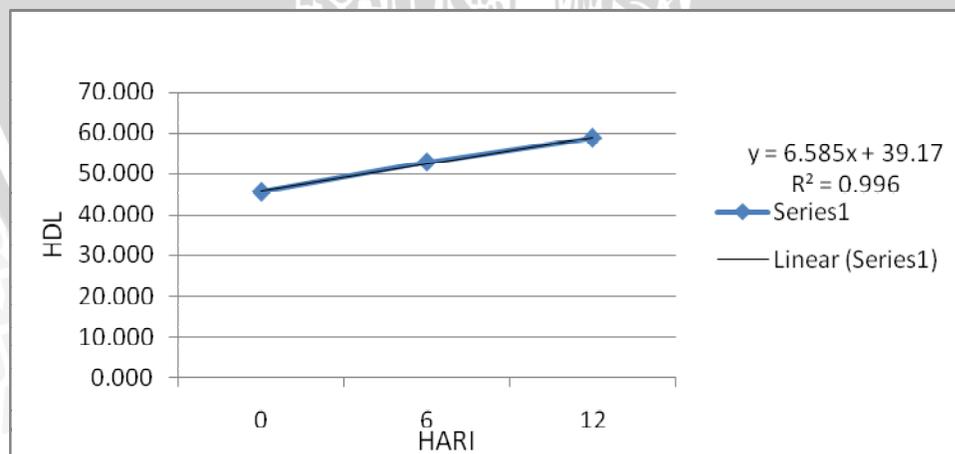
lama (hari) pemberian fukoidan terhadap tikus wistar maka *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah tikus wistar semakin meningkat. Fukoidan mengubah aktivitas enzim di hati untuk menghasilkan kadar kolesterol yang rendah di dalam darah, meningkatkan pembakaran lipid di hati. Fukoidan juga mengoptimalkan tingkat HGF (*Hepatocyte Growth Factor*) di dalam hati dimana kolesterol dibuat dan asam lemak (*Fatty Acid*) disatukan (disintesa). Serta dapat menghalangi pembentukan gumpalan darah dengan pencegahan komposisi fibrin dari penggumpalan dan perekatan ke dinding arteri Anonymous (2009). Dalam hal ini dapat berpengaruh terhadap meningkatnya *high density lipoprotein* (HDL) karena HDL (*High Density Lipoprotein*) kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat “baik” atau menguntungkan, karena mengangkut kolesterol dari pembuluh darah kembali ke hati untuk dibuang sehingga mencegah penebalan dinding pembuluh darah atau mencegah terjadinya proses aterosklerosis (Anwar, 2004).

Dari tabel 6. Diatas dapat diketahui bahwa tikus wistar dengan perlakuan kontrol, *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah selama penelitian stabil. Hal tersebut dikarenakan untuk tikus wistar dengan perlakuan kontrol hanya mendapatkan ransum standar saja. Sedangkan untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, *high density lipoprotein* (HDL) darah selama penelitian terus mengalami peningkatan yaitu 2% dari 43,66 mg/dl menjadi 57,63 mg/dl pada hari ke 12, 4% dari 42,37 mg/dl menjadi 61,29 mg/dl dan 6% dari 49,25 mg/dl menjadi 71,40 mg/dl. Peningkatan *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah tikus wistar yang paling cepat pada perlakuan 6% dimana pada hari ke 6 telah mengalami peningkatan mencapai 22,15 mg/dl.

Hasil analisis HDL dalam darah tikus wistar menunjukkan terjadinya peningkatan seiring dengan meningkatnya penambahan konsentrasi fukoidan yang berbeda serta lamanya hari dalam pemberian fukoidan. Regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan yang berbeda dan lama hari pemberian fukoidan terhadap HDL dalam darah tikus wistar dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Grafik regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan terhadap HDL dalam darah



Gambar 12. Grafik regresi lama hari pemberian fukoidan terhadap HDL dalam darah

Berdasarkan Gambar 11 dan Gambar 12. dapat dilihat persamaan regresi antara penambahan konsentrasi fukoidan dan HDL dalam darah yaitu $Y = 5,025x + 39,78$ dengan R^2 sebesar 0,963. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang positif dimana setiap penambahan konsentrasi fukoidan 2% maka HDL dalam darah akan meningkat sebesar 5,025 dengan nilai koefisien determinasi 0,963 yang artinya 96,3% peningkatan HDL dalam darah dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi fukoidan. Pada grafik regresi lama pemberian fukoidan terhadap HDL dalam darah yaitu $Y = 6,585x + 39,17$ dengan R^2 sebesar 0,996. HDL meningkat sebesar 6,585 setiap 6 hari dengan koefisien determinasi 0,996 yang artinya 99,6%. Dalam hal ini kenaikan HDL juga dipengaruhi oleh lamanya hari dalam pemberian fukoidan.

4.2.4 LDL (Low Density Lipoprotein)

LDL (*Low Density Lipoprotein*) kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat “buruk” atau merugikan, karena kadar LDL kolesterol yang tinggi akan menyebabkan penebalan dinding pembuluh darah. Kadar LDL kolesterol lebih tepat sebagai petunjuk untuk mengetahui risiko PJK daripada kadar kolesterol saja. Pengukuran kadar trigliserida kadang-kadang diperlukan untuk menghitung kadar LDL kolesterol, karena pemeriksaan laboratorium biasanya langsung dapat mengukur kolesterol total, HDL kolesterol dan trigliserida sedangkan untuk mendapatkan kadar LDL kolesterol dipakai rumus (Anwar, 2004) :

Hasil analisis keragaman terhadap *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah tikus wistar (lampiran 16.) menunjukkan bahwa konsentrasi fukoidan dalam ransum sangat nyata pengaruhnya terhadap penurunan *low density lipoprotein* (LDL) dalam

darah tikus wistar ($F_{hit} > F_{tab 1\%}$; $739,13 > 4,72$). Selanjutnya kombinasi perlakuan konsentrasi dan waktu sangat nyata pengaruhnya terhadap kadar kolesterol dalam darah tikus wistar.

Dari hasil analisis beda nyata terkecil, rerata kadar kolesterol dalam darah tikus wistar seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis beda nyata terkecil *low density lipoprotein* (LDL) mg/dl

Perlakuan	LDL	Notasi
K0W0	142.3	g
K0W1	145.34	gh
K0W2	151.44	hi
K1W0	139.88	g
K1W1	106.6	f
K1W2	70.61	d
K2W0	154.13	i
K2W1	82.66	e
K2W2	45.33	b
K3W0	138.18	g
K3W1	54.8	c
K3W2	22.67	a

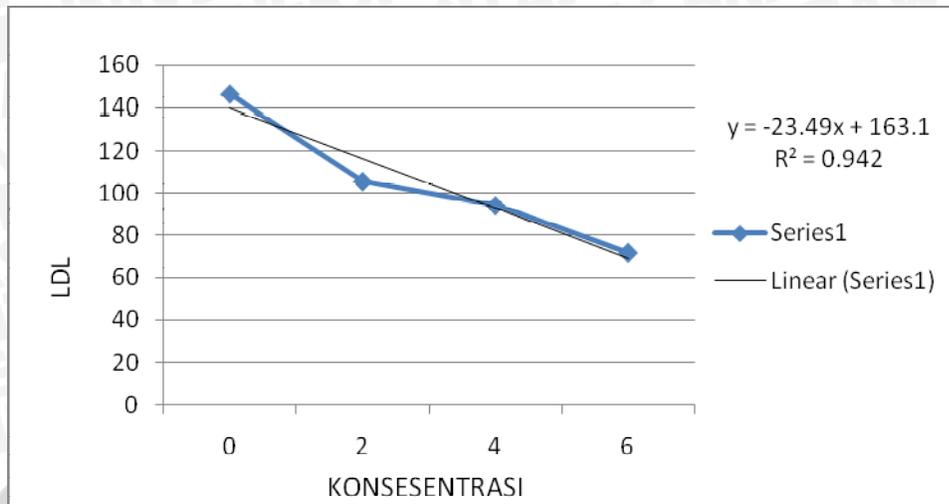
* Keterangan : K = konsentrasi
W = waktu / hari

Pada tabel 7. diatas hasil analisis beda nyata terkecil menunjukkan bahwa semakin besar pemberian konsentrasi fukoidan terhadap tikus wistar dan semakin lama (hari) pemberian fukoidan terhadap tikus wistar maka *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah tikus wistar semakin menurun. Fukoidan mengubah aktivitas enzim di hati untuk menghasilkan kadar kolesterol yang rendah di dalam darah, meningkatkan pembakaran lipid di hati. Fukoidan juga mengoptimalkan tingkat HGF (*Hepatocyte Growth Factor*) di dalam hati dimana kolesterol dibuat dan asam lemak

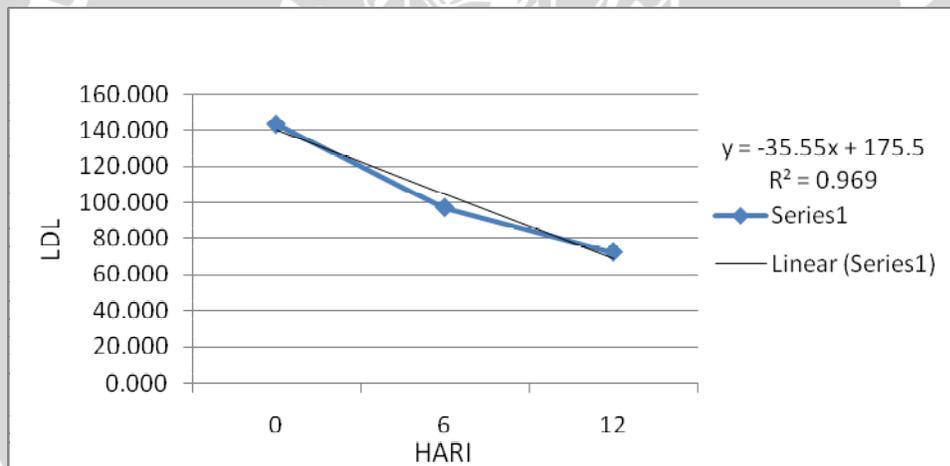
(*Fatty Acid*) disatukan (disintesa). Serta dapat menghalangi pembentukan gumpalan darah dengan pencegahan komposisi fibrin dari penggumpalan dan perekatan ke dinding arteri Anonymous (2009). Dalam hal ini dapat berpengaruh terhadap meningkatnya *low density lipoprotein* (LDL) karena LDL (*Low Density Lipoprotein*) kolesterol merupakan jenis kolesterol yang bersifat “buruk” atau merugikan, karena kadar LDL kolesterol yang meninggi akan menyebabkan penebalan dinding pembuluh darah. Kadar LDL kolesterol lebih tepat sebagai petunjuk untuk mengetahui risiko PJK daripada kadar kolesterol saja (Anwar, 2004).

Dari tabel 7. Diatas dapat diketahui bahwa tikus wistar dengan perlakuan kontrol, *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah selama penelitian stabil. Hal tersebut dikarenakan untuk tikus wistar dengan perlakuan kontrol hanya mendapatkan ransum standar saja. Sedangkan untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, *low density lipoprotein* (LDL) darah selama penelitian terus mengalami penurunan yaitu 2% dari 139,88 mg/dl menjadi 70,61 mg/dl pada hari ke 12, 4% dari 154,13 mg/dl menjadi 45,33 mg/dl dan 6% dari 138,18 mg/dl menjadi 22,67 mg/dl. Penurunan *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah tikus wistar yang paling cepat pada perlakuan 6% dimana pada hari ke 6 telah mengalami penurunan mencapai 83,38 mg/dl.

Hasil analisis LDL dalam darah pada tikus wistar menunjukkan terjadinya penurunan seiring dengan meningkatnya penambahan fukoidan. Regresi antara penambahan fukoidan terhadap LDL dalam darah dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Grafik regresi antara penambahan konsentrasi pemberian fukoidan terhadap LDL dalam darah



Gambar 14. Grafik regresi lamanya (hari) pemberian fukoidan terhadap LDL dalam darah

Berdasarkan Gambar 13 dan Gambar 14. dapat dilihat persamaan regresi antara penambahan konsentrasi dan kadar kolesterol yaitu $Y = -23,49x + 163,1$ dengan R^2 sebesar 0,942. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif dimana setiap penambahan konsentrasi fukoidan sebesar 2% maka LDL dalam darah akan menurun sebesar 23,49 dengan nilai koefisien determinasi 0.942 yang artinya

94,2% penurunan LDL dalam darah dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi fukoidan. Pada grafik regresi LDL terhadap hari yaitu $Y = -35,55x + 125,5$ dengan R^2 sebesar 0,969. LDL menurun 35,55 setiap 6 hari sekali dengan koefisien determinasi 0,969 yang artinya 96,9% . Jadi dalam hal ini penurunan LDL dalam darah juga dipengaruhi oleh lamanya hari.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang kajian pengaruh pemberian fukoidan terhadap reduksi kolesterol dengan konsentrasi pada tikus wistar (*Rattus norvegicus*) selama pemeliharaan 12 hari maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsumsi fukoidan dengan konsentrasi yang berbeda selama 12 hari mampu menurunkan kadar kolesterol dalam darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*) dan juga mampu menurunkan trigliserida dan LDL serta lebih efektif meningkatkan kadar HDL dalam darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*).
2. Semakin besar nilai konsentrasi fukoidan yang diberikan dan semakin lama pemberian fukoidan terhadap tikus wistar (*Rattus norvegicus*) lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol darah, trigliserida dan LDL serta lebih efektif meningkatkan kadar HDL dalam darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*).
3. Perlakuan terbaik konsentrasi fukoidan dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*) ialah dengan konsentrasi 6% dimana pada hari ke 12 kadar kolesterol mencapai 104.76 mg/dl, trigliserida 72.32 mg/dl, HDL 43.23 mg/dl, LDL 20.82 mg/dl.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dosis aman penggunaan fukoidan agar dapat diaplikasikan secara aman pada manusia dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah, trigliserida, HDL dan LDL.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J. T., A. Zalnika, H. Purwoto dan S. Istini. 2006. Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Jakarta. 146 Hal.
- Anonymous. 2008. Fat Fighting Fiber- "Chitosan". <http://www.nutrimart.com/library.htm>. Diakses 18 Maret 2009. 1 Hal.
- . 2009. Rumput Laut. <http://www.wikigenes.org/e/chem/e/439306>. Diakses 05 April 2009
- Angka, S. L dan M. T Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 59.
- Anwar, T. B., Dr. 2003. Manfaat Diet Pada Penanggulangan Hiperkolesterolemi. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. 9 Hal.
- Apriyantono, A. D Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati dan D. Budiyanto. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan. PAU. IPB. Bogor. 132 Hal.
- Astuti. M. 1986. Uji Gizi I. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 57 Hal.
- Bilan M.I, A. N. Zakharova, A. A. Grachev, A. S. Shashkov, N. E. Nifantiev, And A. I. Usov. 2006. Journal Of Polysaccharides Of Algae: 60. Fucoïdan From The Pacific Brownalga *Analipus Japonicus* (Harv.) Winne
- Belitz, H. D., and W. Grosch. 1999. Food Chemisthry. Second Edition. Springer Verlag. Berlin. 1340 pp.
- Cristiane M.R De Souza, C. T. Marques, C. M. Guerra Dore, F. R. F. Da Silva, Rocha, And E. L. Leite. 2006 Antioxidant Activities Of Sulphated Polysaccharides From Brown And Red Seaweeds . Springer Science + Business Media B.V.

- Haryanto, R. 2005. Agar-agar, Kaya Serat Penuh Manfaat. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2005/1005/09/hikmah/lainnya02.htm>. 14 Juni 2006 10.25. Diakses tanggal 17 Maret 2007. 3 Hal.
- Linder, M. C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Alih bahasa oleh Aminuddin Parakkasi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 781 Hal.
- Muchtadi, D. 1989. Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 216 Hal.
- _____. 1992. Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Penelaah : Dedi Fardiaz. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 133-141.
- _____. 2001. Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan Untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). Vol. XII. No.1 Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 61-71.
- Natzir, M. 1988. Metode Penelitian. Graha Indonesia. Jakarta. Hal 74-75.
- Notoatmodjo, S. 2005. Metodologi Penelitian Kesehatan. Rineka Cipta. Jakarta
- Schreck, B.C and P.B Moyle. 1990. Methods For Fish Biologi. American Fisheries Soziety Bethesda, Marland. USA. Hal 363-387.
- Siagian, A. 2003. Tentang Serat Makanan. <http://www.kompas.co.id>. Diakses 20 Juli 2008. 3 Hal.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. Hal 111.
- Susanti, E. 2006. Hubungan Antara Atherogenic Index of Plasma, LDL Kecil Padat, Lecithin Cholesterol Acyl Transferase, dan Cholesterol Ester Transfer Protein Pada Diabetes Melitus Tipe 2 Terkontrol. Laboratorium Klinik Prodia. Bandung. Hal 31-44.
- Susanti, W. 2004. Pengaruh Konsentrasi Dan Pemberian Tepung Agar-agar (*Gracilaria* sp) Terhadap Kadar Lipid Serum Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus novergicus*). Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. Hal 47.

Wasito. 1992. Hewan Model Dalam Uji Gizi. Pusat Antar Universitas. Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 175 Hal.

Wilbraham, A. C. dan M. S. Matta. 1992. Pengantar Kimia Organik dan Hayati; Terjemahan Suminar Achmadi. Penerbit ITB. Bandung. 79 Hal.

Wirawan, J. 2004. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Rumpuk Laut *Eucheuma spinosum* dan Lama Perlakuan Terhadap Lipid Serum Darah Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. 93 Hal.

Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 299 Hal.

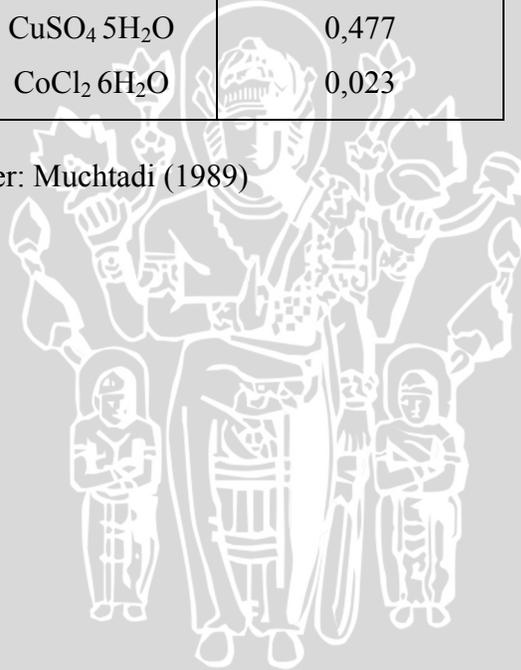
Yunizal, 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. APU. Pusat Riset pengolahan Produk Kelautan dan Sosial Ekonomi Perikanan. Jakarta.



Lampiran 1. Komposisi mineral *mix* dalam 1000 g

Jenis mineral	Jumlah mineral (g)
NaCl	139,3
KI	0,79
KH ₂ PO ₄	389
MgSO ₄ anhidrid	57,3
CaCO ₃	381,4
FeSO ₄ 7H ₂ O	27,0
MnSO ₄ 7H ₂ O	4,01
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0,548
CuSO ₄ 5H ₂ O	0,477
CoCl ₂ 6H ₂ O	0,023

Sumber: Muchtadi (1989)



Lampiran 2. Komposisi vitamin "SUPRAVIT" setiap 2 Kaplet

Komposisi	Jumlah
Vitamin A	5000 IU
Vitamin D	400 IU
Vitamin B1	5,0 mg
Vitamin B2	2,0 mg
Vitamin B6	1,0 mg
Vitamin B12	5,0 mg
Vitamin C	25,0 mg 10,0 mg
Niacinamide	3,0 mg
Choline Bitartrate	0,1 ng
Vitamin H	5,0 mg 2,0mg 1,0 mg
Vitamin E	0,5 mg
Vitamin K	0,25 mg
Dx-Calcium Pantothenas	1,25mg
Inositol	5,0 mg
Folic Acid	0,25mg
dl-Methionone	1,25 mg
Glutamic Acid	5,0 mg
Molybdenum	0,25 mg
I-Lysine Monohydrochloride	0,25 mg
Para-Aminobenzoic Acid	1,0 mg
Iron (Ferrous Sulphate)	10,0 mg
Iodine (Pot iodide)	0,3 mg 1,0mg
Copper (Cupric Sulphate)	0,5 mg
Manganese (Mang Sulphate)	10,0 mg
Phosporous (Calcium Phosph)	0,1mg 1,0mg
Magnesium (Mag. Sulphate)	0,05 mg
Zinc (Zinc Sulphate)	2,0 mg
Sulphur Brewer's Yeast	0,05 mg
Sodium	5,0 mg
Potassium	5,0 mg
Calcium (Calcium Phosph)	10,0 mg

Sumber: PT. Erela, Semarang

Lampiran 3. Perhitungan konsentrasi fukoidan yang digunakan dalam penelitian

- Perhitungan kadar air fukoidan

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{(\text{berat botol timbang} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{14,5053 - 13,5569}{0,9912} \times 100\% \\ &= 95,6820\%\end{aligned}$$

Hasil tersebut merupakan dasar pengambilan konsentrasi fukoidan pada tikus wistar (*Rattus Novergicus*).

Hasil tersebut dibulatkan menjadi 96%. Berarti kadar air maksimal 100% dikurangi 96% jadi 4,0% yang ditentukan sebagai konsentrasi ke-2. Konsentrasi ke-1 yaitu 2,0%, sedangkan konsentrasi ke-3 yaitu 6,0% ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang menyatakan dalam konsentrasi tersebut sudah dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Untuk perhitungan fukoidan yang digunakan dalam metode parenteral adalah sebagai berikut:

- P 2,0% = $2/100 \times 20 \text{ ml} = 0,4 \text{ ml}$
- P 4,0% = $4/100 \times 20 \text{ ml} = 0,8 \text{ ml}$
- P 6,0% = $6/100 \times 20 \text{ ml} = 1,2 \text{ ml}$

Lampiran 4. Data kadar kolesterol tikus wistar selama 12 hari (mg/dl/hari/ekor).

Konsentrasi	hari	Ulangan			
		1	2	3	
kontrol	0	215.870	205.560	216.670	638.100
	6	219.120	207.170	218.330	644.620
	12	223.020	218.250	221.430	662.700
2%	0	209.520	207.140	203.170	619.830
	6	171.310	176.100	169.720	517.130
	12	146.830	151.590	142.860	441.280
4%	0	223.020	217.460	219.840	660.320
	6	158.570	154.580	156.180	469.330
	12	120.630	123.810	126.190	370.630
6%	0	210.320	213.490	208.730	632.540
	6	133.860	137.050	130.680	401.590
	12	110.320	104.760	111.110	326.190
					6384.260

Lampiran 5. Hasil analisis sidik ragam kadar kolesterol tikus wistar

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	11	57698.32	5245.30	355.67	**	2.22	3.09
K	3	20790.79	6930.26	469.93	**	3.01	4.72
W	2	24574.92	12287.46	833.19	**	3.40	5.61
KW	6	12332.61	2055.43	139.37	**	2.51	3.67
Galat	24	353.94	14.75				
Total	35	58052.26					

Lampiran 6. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pada Konsentrasi

Perlakuan	K3	K2	K1	K0	KTG	BNT 0,01
Rerata	151.147	166.698	175.360	216.158		
151.147	-	*	*	*	14.7475	3.7365
166.698		-	*	*		
175.360			-	*		
216.158				-		
Notasi	a	b	C	d		

Lampiran 7. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil terhadap Lamanya Hari

Perlakuan	W2	W1	W0	KTG	BNT 0,01
Rerata	150.067	169.389	212.566		
150.067	-	*	*	14.7475	3.2359
169.389		-	*		
212.566			-		
Notasi	a	b	C		

Lampiran 8. Data kadar trigliserida dalam darah tikus wistar selama 12 hari (mg/dl/hari/ekor).

Konsentrasi	hari	Ulangan			
		1	2	3	
Kontrol	0	123.990	116.610	112.180	352.780
	6	125.740	119.120	113.240	358.100
	12	129.150	123.990	121.030	374.170
2%	0	113.650	112.920	119.560	346.130
	6	97.060	101.470	98.530	297.060
	12	95.200	94.460	92.990	282.650
4%	0	123.250	117.340	113.650	354.240
	6	87.500	88.240	85.290	261.030
	12	84.870	85.610	83.390	253.870
6%	0	116.610	122.510	112.180	351.300
	6	82.350	80.880	83.820	247.050
	12	73.060	74.540	72.320	219.920
					3698.300

Lampiran 9. Hasil Analisa Sidik Ragam Kadar Trigliserida Dalam Darah

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	11	10577.25	961.57	68.47	**	2.22	3.09
K	3	4458.62	1486.21	105.82	**	3.01	4.72
W	2	3728.76	1864.38	132.75	**	3.40	5.61
KW	6	2389.86	398.31	28.36	**	2.51	3.67
Galat	24	337.07	14.04				
Total	35	10914.32					

Lampiran 10. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pada Konsentrasi

Perlakuan	K3	K2	K1	K0	KTG	BNT 0,01
Rerata	90.919	96.571	102.871	120.561		
90.919	-	*	*	*	14.0446	4.9413
96.571		-	*	*		
102.871			-	*		
120.561				-		
Notasi	a	b	C	d		

Lampiran 11. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil terhadap Lamanya Hari

Perlakuan	W2	W1	W0	KTG	BNT 0,01
Rerata	94.218	96.937	117.038		
94.218	-	tn	*	14.0446	4.2793
96.937		-	*		
117.038			-		
Notasi	a	a	B		

Lampiran 12. Data *high density lipoprotein* (HDL) dalam darah tikus wistar selama 12 hari (mg/dl/hari/ekor).

Konsentrasi	hari	Ulangan			
		1	2	3	
Kontrol	0	49.660	44.520	46.450	140.630
	6	48.230	43.730	45.020	136.980
	12	46.450	43.230	43.870	133.550
2%	0	45.160	44.520	41.290	130.970
	6	48.230	46.950	44.370	139.550
	12	56.130	58.060	58.710	172.900
4%	0	42.580	44.520	40.000	127.100
	6	57.230	55.310	56.590	169.130
	12	61.290	60.000	62.580	183.870
6%	0	46.450	50.320	50.970	147.740
	6	61.740	62.380	63.670	187.790
	12	72.260	69.030	72.900	214.190
					1884.400

Lampiran 13. Hasil Analisa Sidik Ragam HDL Dalam Darah

SK	Db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	11	2840.38	258.22	70.44	**	2.22	3.09
K	3	1180.12	393.37	107.31	**	3.01	4.72
W	2	1044.62	522.31	142.48	**	3.40	5.61
KW	6	615.64	102.61	27.99	**	2.51	3.67
Galat	24	87.98	3.67				
Total	35	2928.36					

Lampiran 14. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pada Konsentrasi

Perlakuan	K0	K1	K2	K3	KTG	BNT 0,01
Rerata	45.684	49.269	53.344	61.080		
45.684	-	*	*	*	3.6658	1.8629
49.269		-	*	*		
53.344			-	*		
61.080				-		
Notasi	a	b	C	d		

Lampiran 15. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil terhadap Lamanya Hari

Perlakuan	W0	W1	W2	KTG	BNT 0,01
Rerata	45.537	52.788	58.709		
45.537	-	*	*	3.6658	1.6133
52.788		-	*		
58.709			-		
Notasi	a	b	C		

Lampiran 16. Data *low density lipoprotein* (LDL) dalam darah tikus wistar selama 12 hari (mg/dl/hari/ekor).

Konsentrasi	hari	Ulangan			
		1	2	3	
Kontrol	0	141.400	137.720	147.780	426.900
	6	145.740	139.620	150.660	436.020
	12	150.730	150.230	153.350	454.310
2%	0	141.630	140.040	137.970	419.640
	6	103.670	108.860	105.640	318.170
	12	71.660	74.630	65.550	211.840
4%	0	155.790	149.480	157.110	462.380
	6	83.830	81.630	82.520	247.980
	12	42.370	46.690	46.930	135.990
6%	0	140.540	138.670	135.330	414.540
	6	55.660	58.500	50.250	164.410
	12	23.450	20.820	23.740	68.010
					3760.190

Lampiran 17. Hasil Analisa Sidik Ragam LDL Dalam Darah

SK	db	JK	KT	F hitung	Notasi	F Tabel	
						5%	1%
Perlakuan	11	73330.11	6666.37	561.25	**	2.22	3.09
K	3	26337.59	8779.20	739.13	**	3.01	4.72
W	2	31281.22	15640.61	1316.81	**	3.40	5.61
KW	6	15711.29	2618.55	220.46	**	2.51	3.67
Galat	24	285.06	11.88				
Total	35	73615.17					

Lampiran 18. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pada Konsentrasi

Perlakuan	K3	K2	K1	K0	KTG	BNT 0,01
Rerata	71.884	94.039	105.517	146.359		
71.884	-	*	*	*	11.8777	3.3533
94.039		-	*	*		
105.517			-	*		
146.359				-		
Notasi	a	b	C	d		

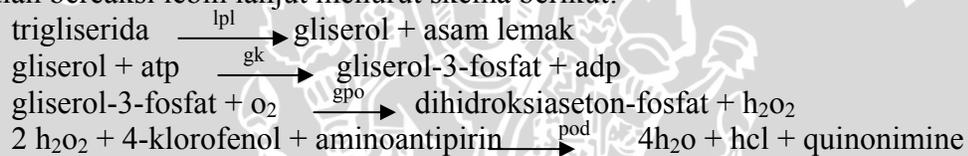
Lampiran 19. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil terhadap Lamanya Hari

Perlakuan	W2	W1	W0	KTG	BNT 0,01
Rerata	72.513	97.215	143.622		
72.513	-	*	*	11.8777	2.9040
97.215		-	*		
143.622			-		
Notasi	a	b	C		

Lampiran 20. Prosedur analisa

1. Prosedur analisa kadar trigliserida

Prinsip dari metode ini adalah menentukan trigliserida setelah dipisahkan secara enzimatis dengan lipoprotein lipase. Indikatornya adalah dengan adanya quinonimine yang dihasilkan dari 4-aminoantipirine dan 4-klorofenol oleh hidrogen peroksida dibawah pengaruh katalitik dibawah peroksida dihidrolisis secara enzimatis oleh enzim lipase khusus menjadi gliserol dan asam lemak. Gliserol kemudian bereaksi lebih lanjut menurut skema berikut:



Sampel yang digunakan adalah serum. Kestabilan trigliserida dapat disimpan pada suhu (2-8)⁰c selama 3 hari. Reagen yang digunakan meliputi good's buffer ph 7.2, 4-klorofenol, atp, mg⁺, gliserokinase (gk), peroksidase (pod), lipoprotein lipase (lpl) 4-aminoantipirine, gliserol-3-fosfat-oksidas (gpo). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10 µl serum dengan 1000 µl larutan pereaksi dan diinkubasi pada suhu (20-25)⁰c selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37⁰c. Absorbansi sampel (as) dan standar (ast) diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 500 nm.

Konsentrasi trigliserida dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi trigliserida} = \frac{\Delta A \text{ sampel}}{\Delta A \text{ standar/Kal}} \times \text{kons. Standar mg/dl}$$

Δ A : absorbansi

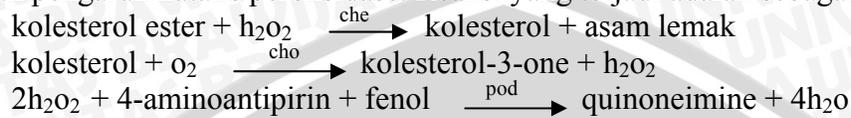
Standar : 200 mg/dl (2.3 mmol/l)

Faktor konversi : trigliserida (mg/dl) x 0.01126 = trigliserida (mmol/l)

2. Prosedur analisa kadar kolesterol

Tujuannya yaitu untuk mengetahui kadar kolesterol dalam darah tikus setelah pemberian ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan

adalah *enzymatic colorimetric test* chod-pap menggunakan kolesterol kit dengan merek dagang *diasys produksi diasys diagnostic systems gmbh & co. Kg* jerman. Prinsip dari metode ini adalah dengan menentukan kolesterol setelah dihidrolisis enzimatis dan dioksidasi. Sebagai indikatornya adalah dengan terbentuknya aguinoneimine dari reaksi 4-aminoantipirin dan fenol oleh hidrogen peroksida dibawah pengaruh katalis peroksidase. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reagen pereaksi yang digunakan meliputi god's buffer ph 6.7, fenol, 4-aminoantipirin. Kolesterol esterase (CHE), kolesterol oksidase (CHO), dan peroksidase (POD). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10 µl serum darah dengan 1000 µl larutan pereaksi sedangkan larutan blanko (b) digunakan 1000 µl dan diinkubasi pada suhu (20-25)⁰c selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37⁰C. Absorbansinya diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 500 nm dengan larutan blanko sebagai titik nolnya. Kadar kolesterol total dapat dihitung dengan rumus (dengan kalibrasi standar) sebagai berikut:

$$\text{Kadar kolesterol darah} = \frac{\Delta A \text{ sampel}}{\Delta A \text{ standar/Kal}} \times \text{kons. Standar/kal (mg/dl)}$$

Δ A : absorbansi

Standar : 200 mg/dl (5.20 mmol/l)

Faktor kalibrasi : kolesterol (mg/dl) x 0.02586 = kolesterol (mmol/l)

3. Prosedur analisa kadar HDL

Adapun prosedur yang dilakukan ada 2, yaitu presipitasi dan penentuan kolesterol. Pada tahap presipitasi, dibuat larutan makro dan semi makro. Larutan makro dibuat dengan cara mencampurkan 500 µl serum darah dengan 1000 µl reagen HDL *undiluted* dan larutan semi makro dibuat dengan cara mencampurkan 200 µl serum darah dan 500 µl reagen HDL *diluted*. Selanjutnya larutan makro dan semi makro tersebut dicampur sampai merata dan disentrifuse selama 2 menit pada 1000 G atau 10 menit pada 4000 G, kemudian dipisahkan supernatan dari endapan yang ada dan ditentukan konsentrasi kolesterolnya.

Pada tahap selanjutnya (penentuan kolesterol), dibuat larutan blanko dan larutan sampel. Larutan blanko dibuat dengan mencampurkan 100 µl air dan 1000 µl reagen pereaksi dan larutan sampel dibuat dengan cara mencampurkan 100 µl supernatan dengan 1000 µl reagen pereaksi. Kemudian dicampur sampai merata dan diinkubasi pada suhu (20-25)⁰C selama 10 menit atau 5 menit pada suhu 37⁰C. Absorbansinya diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 500 nm dengan larutan blanko sebagai titik nolnya. Kadar HDL dapat dihitung dengan rumus (kalibrasi standar) sebagai berikut:

$$\text{Kadar HDL} = \frac{\Delta A \text{ sampel}}{\Delta A \text{ standar/Kal}} \times \text{Kons. Standar/Kal (mg/dl)}$$

ΔA : Absorbansi
 Standar : 200 mg/dl (5.20 mmol/l)

4. Prosedur analisa kadar air

penentuan kadar air dengan menggunakan metode *thermogravimetri* adalah sebagai berikut :

- Timbang sampel yang berupa serbuk sebanyak 2 gram dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya. Kemudian keringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama semalam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya.
- Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan, dengan perhitungan:

$$\text{wet bases (wb)} = \frac{(\text{berat botol timbang} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

$$\text{dry bases (db)} = \frac{(\text{berat botol timbang} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir}}{\text{berat akhir} - \text{berat botol timbang}} \times 100 \%$$

5. Prosedur analisa kadar protein

Menurut Sudarmadji *et al.*, (1997) penentuan kadar protein dengan menggunakan metode makro *kjeldahl* adalah sebagai berikut :

- Timbang 1 g bahan dan masukkan dalam labu kjeldahl. Kemudian tambahkan 7,5 g K₂S₂O₄, 0,35 g HgO dan 15 ml H₂SO₄ pekat. Panaskan semua bahan dalam labu kjeldahl dalam lemari asam sampai mendidih dan cairan jernih. Teruskan pemanasan tambahan kurang lebih 1 jam. Matikan api pemanas dan biarkan menjadi dingin. Kemudian tambahkan 100 ml aquades dalam labu kjeldahl dan beberapa lempeng Zn, juga ditambahkan 15 ml larutan K₂S 4% dan akhirnya tambahkan perlahan-lahan larutan naoh 50% sebanyak 50 ml. Pasanglah labu kjeldahl dengan segera pada alat destilasi.

- Panaskan labu kjeldahl perlahan-lahan sampai dua lapisan cairan tercampur, kemudian panaskan dengan cepat sampai mendidih.
- Destilat ini ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi dengan 50 ml larutan standar HCl 0,1 n dan 5 tetes indikator metil merah. Lakukan destilasi sampai destilat yang tertampung sebanyak 75 ml.
- Titrasi destilat yang diperoleh dengan standar NaOH (0,1 N) sampai warna kuning.
- Buatlah juga larutan blanko dengan mengganti bahan dengan aquades, lakukan destruksi, destilasi dan titrasi seperti sampel.
- Perhitungan :

$$\% \text{ kadar n} = \frac{(\text{ml NaOH blanko} - \text{ml NaOH sampel}) \times \text{n HCl} \times 14 \times 6,25}{\text{gram sampel} \times 1000} \times 100\%$$

6. Prosedur analisa kadar abu

Menurut Sudarmadji *et al.*, (1997) penentuan kadar abu dengan menggunakan metode pemanasan adalah sebagai berikut :

Timbang 2 g sampel dalam kurs porselen yang telah kering dan telah diketahui beratnya, kemudian pijarkan dalam muffle sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan dengan suhu (550-660) °C. Masukkan kurs yang berisi abu ke dalam desikator dan ditimbang kadar abu setelah dingin. perhitungan kadar abu sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat kurs porselen}}{\text{Berat sampel kering (gram)}} \times 100 \%$$

Lampiran 21. Dokumentasi penelitian



Reagent HDL



Reagent Triglicerida



Reagent Kolesterol



Mikropipet 10 ml



Mikropipet 100 ml



Sentifuse 4000 rpm





Spektrofotometri



Alat Mix (campur) merk Vortex



Oven merk Heareus



Mesin Pencetak Pakan (Extruder)



Alat Sonde



Cara Sonde



Cara Pengambilan Darah



Hasil Pengambilan Darah



Vial Cube / Appendorf



Microhaematocrit



Alat Penimbang Tikus



Kandang Tikus



Ransum



Botol Minum Tikus



Vitamin Mix

