

**PENGARUH PEMBERIAN KITIN UDANG WINDU (*Peaneus monodon*)  
SECARA ORAL DAN PARENTERAL DENGAN KONSENTRASI YANG  
BERBEDA TERHADAP KADAR LIPID SERUM DARAH TIKUS PUTIH WISTAR  
(*Rattus novergicus*)**

**LAPORAN SKRIPSI  
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

Oleh:  
**AISYIAH RAHMAWATI BUNGA**  
**NIM. 0410830007**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**  
**MALANG**  
**2009**

**PENGARUH PEMBERIAN KITIN UDANG WINDU (*Peaneus monodon*)  
SECARA ORAL DAN PARENTERAL DENGAN KONSENTRASI YANG  
BERBEDA TERHADAP KADAR LIPID SERUM DARAH TIKUS PUTIH WISTAR  
(*Rattus novergicus*)**

Oleh:

**AISYIAH RAHMAWATI BUNGA  
NIM. 0410830007**

Menyetujui,

**Dosen Penguji I**

**Ir. Dwi Setijawati, MKes  
Tanggal :**

**Dosen Penguji II**

**Ir. Sri Dayuti  
Tanggal :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Ir. Hardoko, MP  
Tanggal :**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Bambang Budi S, MS  
Tanggal :**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan,**

**Ir. Maheno Sri Widodo, MS  
Tanggal :**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul Pengaruh Pemberian Kitin Udang Windu (*Peaneus monodon*) Secara Oral dan Parenteral Dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Kadar Lipid Serum Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus novergicus*). Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Dr. Ir. Hardoko, MS selaku dosen pembimbing I dan Ir. Bambang Budi Sasmita, MS selaku dosen pembimbing II serta Ir. Dwi Setijawati, Mkes selaku dosen penguji I dan Ir. Sri Dayuti selaku dosen penguji II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan berharga selama skripsi ini berlangsung.
2. Mama, Ayah dan adekku tercinta yang selalu mendoakan untuk keberhasilan ku.
3. Pak Yuli, Pak Waseno, Mbak Reni dan para laboran di Universitas Brawijaya Malang maupun di Universitas Gajah Mada Yogyakarta yang telah membantu demi kelancaran penelitian yang saya lakukan.
4. Teman-teman THP '04, saudara saudariku di FOKSI, HMI, DPM '06-'07 terimakasih atas dukungan dan semangatnya, dan
5. Semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, adanya saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan isi laporan ini. Dengan segala keterbatasan kemampuan dan kerendahan hati, akhir kata penulis berharap semoga laporan Skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi kepada semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Januari 2009

Penulis

## RINGKASAN

**Aisyiah Rahmawati Bunga, 0410830007.** Laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Pemberian Kitin Udang (*Penaeus monodon*) Secara Oral dan Parenteral dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Kadar Lipid Serum Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus norvegicus*)” dibawah bimbingan **Dr. Ir. Hardoko, MS** dan **Ir. Bambang Budi Sasmita, MS**

---

Perubahan gaya hidup pada masyarakat dewasa ini yang diikuti dengan perubahan pola makan. Makanan yang banyak dipilih adalah makanan yang rendah akan serat dan tinggi lemak. Makanan tersebut akan mengakibatkan kadar kolesterol dalam tubuh menjadi berlebih. Dan jika kadar kolesterol berlebih akan mengakibatkan penyakit kardiovaskuler yaitu penyakit yang berhubungan dengan penyumbatan atau menyempitan pembuluh darah oleh lemak. Salah satu cara untuk mengurangi resiko tersebut adalah dengan mengkonsumsi serat makanan (*dietary fiber*). Sifat yang paling menonjol dari serat pangan adalah kemampuannya untuk menurunkan kolesterol darah, sehingga dapat mencegah penyakit jantung dan tekanan darah tinggi (*hipertensi*). Kitin merupakan senyawa terbesar kedua yang tersedia di alam setelah selulosa yang terdapat pada tumbuhan dan memiliki kombinasi sifat-sifat khas seperti bioaktivitas dan sifat lain, sehingga merupakan jenis polimer yang menarik dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Anggota dari *ylum Arthropoda* merupakan sumber kitin yang sangat besar, kitin merupakan penyusun eksoskeleton pada arthropoda sebesar 58%-85% dari berat keringnya, dan bercampur dengan protein (10% berat kering), serta zat kapur yang berjumlah lebih dari 20 % berat kering. Golongan *Crustacea* pada umumnya mengandung 30-50 % (berat kering) mineral.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian kitin dari udang windu (*Penaeus monodon*) terhadap kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus Norvegicus*). Tujuan penelitian secara khusus adalah untuk menentukan efektifitas pemberian kitin dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus Norvegicus*) dan untuk mengetahui metode terbaik antara oral dan parenteral dalam menurunkan kadar lipid darah.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan (THP) Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya, Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan Mei-Agustus 2008.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan dua faktor perlakuan dan tiga kali ulangan (n=3). Faktor perlakuan terdiri dari faktor metode pemberian kitin pada tikus wistar (A) yang terdiri dari metode oral (O) dan parenteral (P) dan faktor konsentrasi pemberian kitosan (B) yang terdiri dari konsentrasi 0,0% (O<sub>0,0</sub>), konsentrasi 2,5% (O<sub>2,5</sub>), konsentrasi 5,0% (O<sub>5,0</sub>) dan konsentrasi 7,5% (O<sub>7,5</sub>) yang merupakan % w/w dalam proses pembuatan ransum. Pengamatan dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 12, 15, dan 18, dimana hari digunakan sebagai kelompok pengamatan. Penelitian ini di rancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dianalisis

lebih lanjut dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur), dan uji Tukey. Parameter uji meliputi analisa kadar proksimat (kadar air, protein, lemak, abu dan karbohidrat *by difference*), ransum standar dengan CMC 5%, ransum kolesterol dan ransum perlakuan, kadar serat makanan secara enzimatis, jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus, berat feses tikus, analisis kadar trigliserida, kadar kolesterol dalam darah, kadar HDL, kadar LDL dan kadar kolesterol pada feses.

Penurunan kadar kolesterol darah pada tikus berbeda nyata dari hari ke-0 hingga hari ke18. Penurunan kadar kolesterol darah pada tikus juga menunjukkan perbedaan yang nyata antara konsentrasi 2,5%; 5,0% dan 7,5% dimana nilai kadar kolesterol darah tikus terendah diperoleh pada konsentrasi 7,5% dengan metode pemberian secara parenteral dengan nilai 107,46 mg/dl dibandingkan dengan kondisi kontrol senilai 225,49 mg/dl. Penurunan kadar trigliserida darah tikus nilai kadar trigliserida darah tikus perlakuan terendah diperoleh pada konsentrasi 7,5% dengan metode pemberian paling baik, metode pemberian secara parenteral senilai 77,67mg/dl dengan kondisi kontrol senilai 123,09mg/dl. Peningkatan kadar HDL darah tikus, nilai tertinggi terdapat pada konsentrasi 7,5% dengan metode pemberian secara parenteral dengan nilai 84,06mg/dl dengan kondisi kontrol senilai 66,4mg/dl. Dan penurunan kadar LDL darah tikus nilai kadar LDL darah tikus perlakuan terendah diperoleh pada konsentrasi 7,5% dan metode pemberian paling baik diperoleh pada metode pemberian secara parenteral senilai 7,86mg/dl dengan kondisi kontrol senilai 134,47mg/dl.

Perbedaan metode pemberian dan konsentrasi kitin udang sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya angka penurunan kadar lipid darah, dimana perlakuan dengan metode pemberian secara parenteral menunjukkan angka penurunan kadar lipid darah (kolesterol dan trigliserida) yang tertinggi. Semakin tinggi konsentrasi juga menyebabkan semakin tinggi penurunan kadar lipid serum darah. Turunnya kadar lipid ini disebabkan oleh pengaruh serat makanan dari kitin udang yang mampu menghambat penyerapan lipid dalam pencernaan dan akan mengikatnya serta langsung membuangnya bersama dengan feses.

**DAFTAR ISI**

	Halaman
DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Kegunaan Penelitian .....	4
1.5. Hipotesis .....	5
1.6 Tempat dan Waktu .....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> ) .....	6
2.2 Kitin .....	7
2.3 Teknologi Ekstraksi Kitin .....	10
2.3.1 Deproteinasi .....	11
2.3.2 Demineralisasi Untuk Memperoleh Kitin .....	11
2.4 Serat Makanan .....	13
2.4.1 Definisi dan Macam-Macam Serat .....	13
2.4.2 Manfaat dan Mekanisme Serat Makanan dalam Pencernaan .....	15
2.5 Pencernaan dan Penyerapan Lemak Makanan .....	17
2.6 Lipid Darah (Profil Lipid) .....	18
2.6.1 Trigliserida .....	19
2.6.2 HDL (High Density Lipoprotein) .....	20
2.6.3 LDL (Low Density Lipoprotein) .....	21
2.6.4 Kolesterol .....	22
2.7 Penyakit-penyakit Akibat Kelebihan Konsumsi Lemak Makanan .....	23

2.7.1 Penyakit Kantung Empedu .....	24
2.7.2 Penyakit Jantung Koroner (PJK) .....	24
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....	26
3.1 Bahan .....	26
3.1.1 Bahan yang diuji .....	26
3.1.2 Bahan untuk ransum pakan .....	26
3.1.3 Bahan untuk analisis kimia .....	27
3.1.4 Bahan untuk uji (tikus percobaan) .....	28
3.2 Alat .....	28
3.2.1 Alat pembuatan kitin .....	28
3.2.2 Alat pembuatan ransum pakan .....	28
3.2.3 Alat analisis proksimat .....	29
3.2.4 Alat pemeliharaan tikus .....	29
3.2.5 Alat untuk analisis kadar lipid serum darah .....	29
3.3 Metode Penelitian .....	30
3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	30
3.3.2 Prosedur penelitian .....	32
3.3.2.1 Preparasi bahan uji .....	32
3.3.2.2 Pembuatan ransum .....	34
3.3.2.3 Pembuatan tikus <i>hiperlipidemia</i> .....	36
3.3.2.4 Pemberian pakan tikus .....	37
3.3.2.5 Prosedur pelaksanaan percobaan .....	40
3.3.3 Parameter uji .....	42
3.3.3.1 Analisis proksimat kitin dan ransum .....	42
3.3.3.2 Kadar Serat Makanan .....	44
3.3.3.3 Derajat Deasetilasi .....	46
3.3.3.4 Kadar Trigliserida .....	47
3.3.3.5 Kadar kolesterol total dalam darah .....	48
3.3.3.6 Kadar HDL dalam darah .....	49
3.3.3.7 Kadar LDL dalam darah .....	50
3.3.3.8. Kadar kolesterol dalam feses .....	51

3.3.3.9 Jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus dan berat feses tikus .....	51
3.4 Analisis Data .....	52
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	53
4.1 Karakteristik Kitin Udang ( <i>Penaeus monodon</i> ) .....	53
4.2 Komposisi Gizi Ransum Standar dan Perlakuan .....	56
4.3 Pengkondisian Tikus <i>Hiperlipidemia</i> .....	58
4.4 Pengaruh Metode Pemberian Terhadap Jumlah Ransum Pakan yang Dikonsumsi, Berat Badan dan Jumlah Feses Tikus Percobaan .....	59
4.4.1 Ransum yang Dikonsumsi Tikus Percobaan.....	59
4.4.2 Berat Badan Tikus Percobaan .....	64
4.4.3 Feses Tikus Percobaan .....	69
4.5 Pengaruh Metode Pemberian Terhadap Kadar Kolesterol Total, Trigliserida, HDL, LDL dan Kadar Kolesterol Feses Tikus Percobaan ....	72
4.5.1 Kadar Kolesterol Total .....	72
4.5.2 Kadar Trigliserida .....	82
4.5.3 Kadar HDL .....	91
4.5.4 Kadar LDL .....	99
4.5.5 Kadar Kolesterol Feses .....	107
5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	111
5.1 Kesimpulan .....	111
5.2 Saran .....	112
DAFTAR PUSTAKA .....	113
LAMPIRAN .....	119

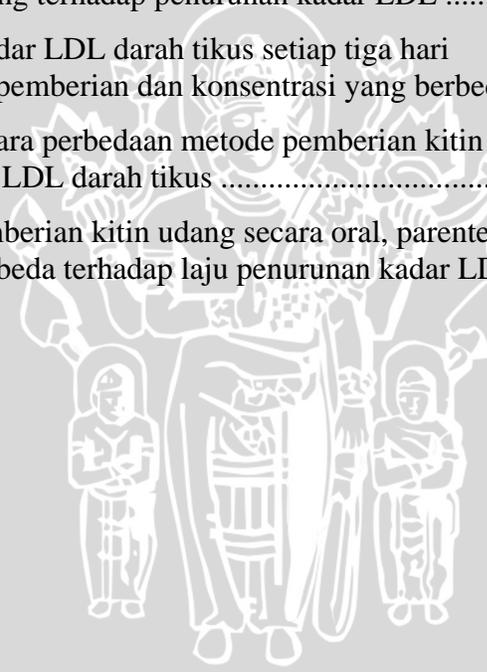
## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Gizi Udang per 100 gram bahan .....	7
2. Standar Mutu Kitin .....	9
3. Peranan Serat berdasarkan sifat kelarutannya .....	15
4. Denah rancangan faktor perlakuan .....	32
5. Komposisi ransum pakan tikus .....	35
6. Karakteristik Kitin Udang ( <i>Peaneus monodon</i> ) .....	53
7. Komposisi gizi ransum standar, berkolesterol dan perlakuan (%) .....	57
8. Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus selang sehari(g/100 g berat badan/hari) .....	59
9. Berat badan tikus selang sehari (g/ekor tikus/hari) .....	65
10. Laju pertumbuhan berat badan tikus wistar (gram/hari) .....	67
11. Rerata jumlah feses tikus selang sehari (g/100 g berat badan/hari) .....	69
12. Rerata nilai kolesterol darah tikus (mg/dl) .....	72
13. Hasil regresi hubungan kadar kolesterol darah tikus dengan pemberian produk kitin udang secara oral, parenteral serta lamanya konsumsi .....	79
14. Laju penurunan kolesterol darah tikus per 3 hari (mg/dl/hari) .....	80
15. Rerata nilai trigliserida darah tikus (mg/dl) .....	82
16. Hasil regresi hubungan kadar trigliserida darah tikus dengan produk kitin udang secara oral, parenteral dan lamanya konsumsi .....	88
17. Laju penurunan kadar trigliserida tikus per 3 hari (mg/dl/hari) .....	88
18. Rerata nilai HDL darah tikus (mg/dl) .....	91
19. Hasil regresi hubungan kadar HDL darah tikus dengan produk kitin udang secara oral, parenteral dan lamanya konsumsi .....	96
20. Laju peningkatan kadar HDL tikus per 3 hari (mg/dl/hari) .....	97
21. Rerata nilai LDL darah tikus (mg/dl) .....	99
22. Hasil regresi hubungan kadar LDL darah tikus dengan produk kitin udang secara oral, parenteral dan lamanya konsumsi .....	105
23. Laju penurunan kadar LDL tikus per 3 hari (mg/dl/hari) .....	106
24. Kadar kolesterol feses tikus (mg/g) .....	107

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar Udang Windu ( <i>Peaneus monodon</i> ) .....	7
2. Struktur molekul kitin .....	10
3. Diagram Alir Pembuatan Kitin .....	34
4. Prosedur pembuatan ransum .....	36
5. Pembuatan tikus <i>hiperlipidemia</i> .....	37
6. Prosedur Pemberian pakan tikus pada metode pemberian kitin udang secara oral	38
7. Prosedur pemberian pakan tikus pada metode pemeberian kitin udang secara parenteral .....	39
8. Prosedur pemberian kitin udang pada metode pemberian secara parenteral .....	39
9. Pelaksanaan perlakuan .....	40
10. Grafik pengaruh konsumsi kitin udang dengan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah konsumsi pakan pada tikus .....	61
11. Grafik pengaruh konsumsi tepung kitin dengan konsentrasi yang berbeda terhadap berat badan tikus. ....	66
12. Grafik pengaruh pemberian tepung kitin udang secara oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus percobaan .....	68
13. Grafik pengaruh lama pemberian ransum perlakuan terhadap jumlah feses yang dikeluarkan tikus (gram/ekor/hari) .....	70
14. Histogram pengaruh metode pemberian kitin udang dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kadar kolesterol dalam darah. ....	74
15. Grafik penurunan kadar kolesterol darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda. ....	76
16. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian tepung kitin dan konsentrasi terhadap kadar kolesterol darah tikus .....	78
17. Grafik pengaruh pemberian tepung kitin udang oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar kolesterol pada tikus .....	81
18. Histogram pengaruh metode pemberian dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kadar trigliserida dalam darah. ....	83
19. Grafik penurunan kadar trigliserida darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda. ....	85

20. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian kitin udang dan konsentrasi terhadap kadar trigliserida darah tikus .....	86
21. Grafik pengaruh pemberian tepung kitin udang oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar trigliserida pada tikus .....	89
22. Histogram pengaruh perbedaan metode pemberian dan konsentrasi terhadap peningkatan kadar HDL .....	92
23. Grafik peningkatan kadar HDL darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda. ....	93
24. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian tepung kitin dan konsentrasi terhadap kadar HDL darah tikus .....	95
25. Grafik pengaruh pemberian kitosan udang secara oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju peningkatan kadar HDL pada tikus .....	98
26. Histogram pengaruh perbedaan metode pemberian dan konsentrasi kitin udang terhadap penurunan kadar LDL .....	100
27. Grafik penurunan kadar LDL darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda .....	102
28. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian kitin udang dan konsentrasi terhadap LDL darah tikus .....	103
29. Grafik pengaruh pemberian kitin udang secara oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar LDL pada tikus .....	106



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi mineral <i>mix</i> dalam 1000 g .....	119
2. Komposisi vitamin "Superviton" setiap 2 Kaplet .....	120
3. Perhitungan Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian .....	121
4. Prosedur Analisa Parameter uji .....	122
5. Data jumlah konsumsi pakan tikus setiap 3 hari sekali (g) .....	126
6. Hasil analisis statistik uji t jumlah konsumsi pakan tikus .....	127
7. Data berat badan tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (g) .....	128
8. Hasil analisis statistik uji t berat badan tikus .....	129
9. Data jumlah feses tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (g) .....	130
10. Hasil analisis statistik uji t jumlah feses tikus .....	131
11. Data kolesterol tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl) .....	132
12. Hasil analisis statistik kadar kolesterol tikus .....	133
13. Data trigliserida tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl) .....	136
14. Hasil analisis statistik kadar trigliserida tikus .....	137
15. Data HDL tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl) .....	139
16. Hasil analisis statistik kadar HDL tikus .....	140
17. Data LDL tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl) .....	142
18. Hasil analisis statistik kadar LDL tikus .....	143
19. Dokumentasi selama penelitian .....	145

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan gaya hidup yang dialami atau dilakukan oleh banyak orang dewasa biasanya berkaitan dengan perubahan pola makan. Jenis makanan yang dipilih lebih mengutamakan kepuasan mulut daripada kebutuhan tubuh. Kesenangan masyarakat mengkonsumsi makanan modern cepat saji, diawetkan, manis, berlemak, sedikit sayuran dan buah serta bersantan, yang umumnya rendah serat dan tinggi lemak (Winarsi, 2001). Perubahan pola atau kebiasaan makan masyarakat modern berdampak negatif pada kesehatan. Akibatnya timbul kegemukan, diabetes mellitus, jantung koroner, stroke, kolesterol tinggi, susah buang air besar, timbul wasir dan kanker usus, yang dikenal sebagai penyakit degeneratif (Joseph, 2002).

Terdapat hubungan erat antara kadar kolesterol darah dan angka kejadian serta kematian penyakit jantung koroner. Kadar kolesterol yang berlebihan dapat mengakibatkan penyumbatan pembuluh darah yang menuju ke jantung dan otak. Kadar kolesterol darah total pada manusia lebih dari 180mg % akan meningkatkan kematian akibat penyakit kardiovaskuler (Adam, 1997). Penyakit kardiovaskuler merupakan penyakit yang berhubungan dengan jantung dan pembuluh darah dimana terjadi penyumbatan oleh lemak yang mengendap pada pembuluh darah tersebut (Schact, 1995). Penyakit ini diakibatkan dari atherosklerosis yaitu pengerasan pada bagian dalam arteri, karena pembuluh darah dalam tubuh (terutama arteri) tertutup oleh lapisan lemak yang berangsur-angsur mulai menebal (Heslet, 2004). Lapisan lemak tersebut menghalangi aliran darah dan mengurangi supply oksigen dalam otot jantung sehingga menyebabkan terjadinya serangan jantung. Oleh karena itu tindakan

pengecehan sangat dibutuhkan dengan menggunakan obat-obatan antikoolesterol misalnya niacin dan fibrate (Katzung, 2002). Penggunaan obat-obatan ini memiliki efek samping yaitu menimbulkan rasa panas dan kemerahan pada kulit (flushing), sakit ulu hati serta gangguan hati (Hartono, 2001). Salah satu cara untuk mengurangi resiko tersebut adalah dengan serat makanan (*dietary fiber*). Sifat yang paling menonjol dari serat pangan yang bersifat larut adalah kemampuannya untuk menurunkan kolesterol darah, sehingga dapat mencegah penyakit jantung dan tekanan darah tinggi (*hipertensi*). Mekanisme kerja serat dalam menurunkan kolesterol adalah dengan cara mengikat dan menjebak kolesterol serta metabolitnya di dalam saluran pencernaan, sehingga mencegah absorpsi atau reabsorpsi dan resirkulasi. Konsentrasi kolesterol darah kemudian diturunkan dengan cara mempercepat katabolisme (Anonymous, 2004). Cara lain untuk menurunkan kolesterol darah adalah dengan menggunakan glukosamin yang terdapat pada kitin (Krissetiana, 2004).

Kitin adalah polimer karbohidrat yang banyak terdapat di alam yang merupakan struktur besar polisakarida pada srthropoda, kolenterata dan jamur. kitin terdiri dari unit-unit N-asetilglukosamin dengan ikatan berta 1,4. Modifikasi kitin banyak digunakan pada produk-produk yang membutuhkan perlakuan kemikalia (Hidayat, 2007). Kitin dapat dijumpai dan diisolasi dari cangkang krustasea yang kemudian dapat ditransformasi menjadi kitosin yaitu suatu senyawa biopolimer yang memiliki banyak manfaat baik dalam industri makanan dan minuman serta kosmetik maupun pengolahan limbah. Di Indonesia limbah industri hasil laut baik makanan laut maupun pengolahan udang belum dimanfaatkan secara optimal, trasi atau makanan ternak. Keadaan ini boleh jadi disebabkan antara lain belum dikenalnya kitosin secara umum atau karena tidak ada

publikasi yang memuat proses isolasi kitin dan transformasinya secara sederhana sehingga dapat dikerjakan oleh industri rumah tangga (Irawan, 2002).

Kitin dan Kitosan dapat diterapkan di bidang industri maupun bidang kesehatan. Kitin merupakan bahan dasar dalam bidang biokimia, enzimologi, obat-obatan, pertanian, pangan gizi, mikrobiologi, pertanian, industri membran (film), tekstil, kosmetik dan lain sebagainya. Kitin dan turunannya (karboksimetil kitin, hidroksietil kitin dan etil kitin) dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan benang operasi. Benang operasi ini mempunyai keunggulan dapat diurai dan diserap dalam jaringan tubuh, tidak toksik, dapat disterilisasi dan dapat disimpan lama. Kitin dan kitosan dapat digunakan sebagai bahan pemercepat penyembuhan luka bakar, lebih baik dari yang terbuat dari tulang rawan. Selain itu juga sebagai bahan pembuatan garam-garam glukosamin yang mempunyai banyak manfaat di bidang kedokteran. Misalnya untuk menyembuhkan influenza, radang usus dan sakit tulang. Glukosamin yang terdapat pada kitin terasetilasi merupakan bahan antitumor, sedangkan glukosamin sendiri bersifat toksik terhadap sel-sel tumor sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol darah dan kolesterol liver (Krissetiana, 2004). Selama ini dalam penelitian mengenai pemberian kitin pada hewan uji atau hewan coba dilakukan dengan cara mencampur kitin atau kitosan dengan ransum makanan.

## 1.2. Perumusan Masalah

Sifat kitin sebagai polimer alami mempunyai sifat menghambat absorpsi lemak.

Sifat khas kitin yang lain adalah kemampuannya untuk menurunkan kolesterol darah.

Pemberian kitin dari cangkang udang belum diketahui keefektifannya terhadap penurunan kadar lipid darah. Sehingga perlu dikaji lebih lanjut pengaruh penambahan kitin serta konsentrasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar lipid darah.

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang dapat diambil adalah :

- (1). Apakah konsumsi kitin dari udang windu (*Penaeus monodon*) dapat menurunkan kadar lipid darah tikus wistar?.
- (2). Metode pemberian kitin manakah yang paling efektif, secara oral ataukah parenteral dalam menurunkan kadar lipid darah dalam kondisi berlebih?.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian kitin dari udang windu (*Penaeus monodon*) terhadap kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus Norvegicus*).

Adapun tujuan penelitian secara khusus ;

1. Untuk menentukan efektifitas pemberian kitin dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus Norvegicus*).
2. Untuk mengetahui metode terbaik antara oral dan parenteral dalam menurunkan kadar lipid darah.

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan nilai tambah dan manfaat cangkang udang dengan mengekstrak menjadi kitin sebagai salah satu hasil olahan limbah perikanan yang dapat digunakan sebagai penurunan kadar lipid dalam darah.

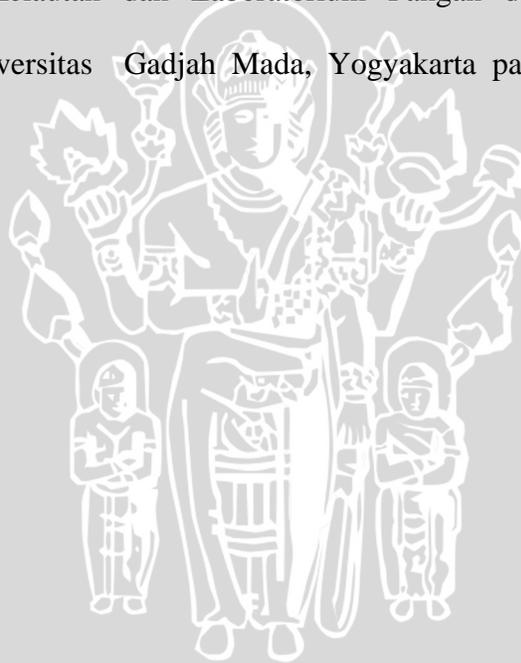
### 1.5 Hipotesis

Diduga bahwa kitin dari udang windu (*Penaeus monodon*) efektif dalam penurunan kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*).

Diduga pemberian kitin secara parenteral pada konsentrasi yang berbeda efektif dalam mengontrol kadar lipid serum darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*).

### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan Mei-Agustus 2008.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan komoditas budidaya perairan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Melalui gema PROTEKAN (Program Peningkatan Ekspor Hasil Perikanan) 2003, ditargetkan pendapatan sebesar US\$ 10,19 milyar dari perikanan dan dari budidaya udang diharapkan mampu menyumbang devisa sebesar US\$ 6,78 milyar yaitu sejumlah 60.000 ton udang (Pramono *et al*, 2005)

Menurut Fibricus (1978) dalam Anonymous (2008), klasifikasi udang windu adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Subfilum : Crustacea

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Subordo : Dendrobranchiata

Famili : Penaeidae

Genus : *Penaeus*

Spesies : *Penaeus monodon*





**Gambar 1. Gambar Udang Windu (*Penaeus monodon*)**

(Sumber: Wikipedia, 2008)

Adapun komposisi gizi udang per 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi Gizi Udang per 100 gram bahan**

Komposisi Kimia	Persentase (%)
Air	75 g
Protein	21 g
Lemak	0,2 g
Karbon	0,1 g
Ca	136 mg
P	170 mg
Fe	8 mg

Sumber : Sediaoetama (2004)

## 2.2 Kitin

Kitin dan kitosan merupakan senyawa golongan karbohidrat yang dapat dihasilkan dari limbah hasil laut, khususnya golongan udang, kepiting, ketam, dan kerang. Secara hayati, polimer polisakarida ini disintesa sampai 1 milyar ton per tahun di dunia. Namun yang baru dimanfaatkan baru sebagian kecil saja, walaupun manfaat keduanya di berbagai industri semakin dirasakan (Angka dan Suhartono, 2000).

Menurut Jeuniaux *et al.* (1988), kitin dan kitosan adalah unsur pokok dalam dinding sel khususnya struktur kutikular dari binatang *invertebrata*. Jumlah kitin dengan total berat kering tertinggi ditemukan pada *Crustacea* khususnya *Decapoda*. Sebagai materi limbah atau buangan dari industri pengalengan pangan, maka dinding sel *Crustacea* adalah sumber kitin.

Kitin merupakan senyawa terbesar kedua yang tersedia di alam setelah selulosa yang terdapat pada tumbuhan dan memiliki kombinasi sifat-sifat khas seperti bioaktivitas dan sifat lain, sehingga merupakan jenis polimer yang menarik dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang (Santoso, 1990). Anggota dari *pylum Arthropoda* merupakan sumber kitin yang sangat besar, kitin merupakan penyusun eksoskeleton pada arthropoda sebesar 58%-85% dari berat keringnya, dan bercampur dengan protein (10% berat kering), serta zat kapur yang berjumlah lebih dari 20 % berat kering (Afrianto, 1992).

Golongan *Crustacea* pada umumnya mengandung 30-50 % (berat kering) mineral. Komposisi yang utama adalah kalsium karbonat dan kalsium fosfat. Protein mineral ini biasanya dipisahkan dahulu, sebelum ekstraksi kitin dilakukan. Oleh karena itu, proses pencucian disempurnakan dengan penambahan sejumlah kecil basa untuk menghasilkan pH diatas 7 pada suspensi kitin. Dengan cara ini, kerusakan selama pengeringan dapat ditekan seminimal mungkin. Apabila kitin akan diubah menjadi kitosan, maka pengeringan kitin tidak perlu dilakukan secara sempurna dan hanya sebagian air saja yang perlu dikeluarkan untuk menghindarkan pengaruh pengenceran oleh basa (Santoso, 1990).

Kitin yang diperoleh mempunyai standar mutu dan tiap Negara mempunyai standar mutu tertentu. Dibawah ini terdapat tabel standar mutu kitin yang dikeluarkan oleh Protan Laboratories di Amerika.

**Tabel 2. Standar Mutu Kitin**

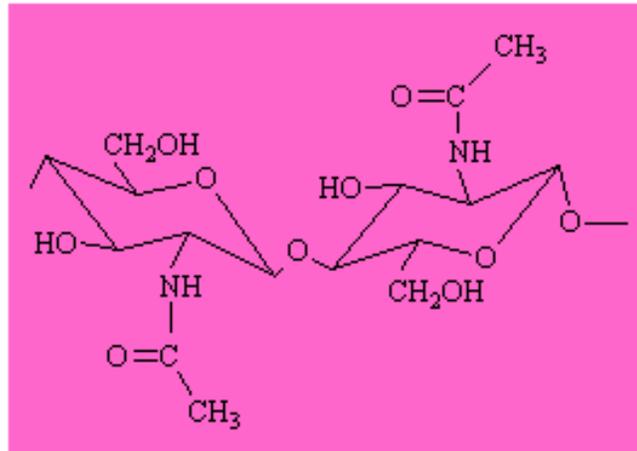
Kitin	Keterangan
Ukuran partikel	Remah sampai bubuk
Kadar air (% berat kering)	$\leq 10.0$
Kadar abu (% berat kering)	$\leq 2.0$
Derajat deasetilasi (%)	$\geq 15.0$
Kelarutannya:	
- Air	Tidak larut
- Larutan	Tidak larut
- Pelarut organik	Tidak larut
- LiCL/diametilasetama	-
Biodegribilitas:	Ya
- Jenis enzim	Lisozymes dan <i>Chitinase</i>

Sumber: Bastaman (1989)

Karena sampai saat ini belum ada spesifikasi standar baku kitin, maka kualitas kitin tergantung pada penggunaannya, misalnya kitin yang dipakai untuk proses pemurnian air limbah tidak membutuhkan kualitas yang tinggi tetapi penggunaan kitin dalam bidang kesehatan membutuhkan bahan dengan kemurnian yang tinggi (Bastaman, 1989).

Kitin merupakan biopolymer yang berbeda-beda karakteristik/komposisi kimianya tergantung sumber dan cara isolasinya. Dari sumber yang sama menghasilkan kitin yang berbeda apabila diolah dengan cara yang berbeda jika sumbernya pun berbeda. Kitin merupakan glukosamine polisakarida yang mengandung nitrogen sekitar 7 % dan secara struktural mirip dengan sellulosa. Rumus molekul kitin dapat ditulis  $(C_8H_{13}NO_5)_{11}$ . Yang membedakan antara kitin dan

sellulosa adalah pada ikatan C-2 yakni OH diganti dengan  $\text{NHCOCH}_3$  sebagai pengganti gugus hidroksil. Berikut ini adalah rumus bangun kitin.



KITIN: poli[ $\beta$ -(1-4)-2-asetamido-2-deoksi-D-glukopiranos]a]

**Gambar 2. Struktur molekul kitin (Anonymous, 2008<sup>b</sup>)**

Molekul kitin merupakan turunan sellulosa berantai lurus panjang tersusun oleh monomer 2-asetamida-2-deoksi-D-Glukosa, yang terangkai pada rangkaian glikosidik pada posisi  $\beta$  1-4 atau disebut juga dengan N-asetil-D-glukosamine. Berdasarkan model ikatan, kitin terbagi atas 3 golongan yaitu ikatan *alfa*, *beta* dan *gamma* (Austin *et al*, 1988).

### 2.3 Teknologi Ekstraksi Kitin

Ekstraksi merupakan proses pemisahan senyawa yang diinginkan untuk dipisahkan dari senyawa lain yang tidak diinginkan. Selain itu ekstraksi adalah proses pemisahan bahan atau senyawa berdasarkan partisi senyawa diantara dua cairan yang

tidak bisa bercampur (*immiscible*) biasanya pelarut organik dengan air. Hasil ekstraksi dinamakan ekstrak (Widjanarko, 1996).

Pada pembuatan kitin, ada dua tahap proses ekstraksi yang harus dilakukan yaitu proses deproteinasi (pengurangan protein) dengan menggunakan basa, dan proses demineralisasi (pengurangan mineral) dengan menggunakan asam encer.

### 2.3.1 Deproteinasi

Menurut Angka dan Suhartono (2000), komponen hasil buangan cangkang kerang yang masih sering kali dilupakan adalah protein yang berikatan dengan kitin dan kalsium karbonat. Sebelum ekstraksi kitin, dilakukan ekstraksi protein. Protein dapat mencapai 30-40% berat bahan organik.

Proses ekstraksi protein dapat dilakukan dengan penambahan 0,5 % NaOH dan membiarkan campuran selama 30 menit. Setelah itu, air perebusan dipisahkan dari filtrat. Selanjutnya filtrat dipanaskan kembali dalam larutan 3% NaOH selama 2 jam (Bastaman, 1989).

Cara untuk mengatasi masalah degradasi mutu produk kitin adalah mengekstrak kandungan protein terlebih dahulu sampai tercapai tingkat yang rendah. Pada keadaan ini kitin akan menjadi lebih tahan terhadap serangan bakteri (Angka dan Suhartono, 2000).

### 2.3.2 Demineralisasi Untuk Memperoleh Kitin

Golongan *Crustacea* pada umumnya mengandung 30-50% (berat kering) mineral yang berikatan dengan kitin. Komposisi mineral yang utama adalah kalsium karbonat dan kalsium fosfat.

Demineralisasi adalah proses penghilangan mineral dengan cara melarutkan komponen mineral dengan penambahan asam encer seperti asam klorida atau asam sulfat. Muzzarelli (1977), menyatakan bahwa demineralisasi adalah proses penting dalam rangka mempersiapkan kitosan. Hal ini dapat mempengaruhi mutu akhir dari kitosan, yakni viskositas dan derajat deasetilasi.

Kitin didapat dengan jalan ekstraksi untuk memisahkan komponen-komponen mineral, protein, lemak dan lain-lain sebagai komponen pengotor. Proses demineralisasi dan deproteinasi sangat perlu dilakukan dalam pemurnian kitin (Hardjito, 1992).

Proses demineralisasi sebaiknya dilakukan setelah melakukan ekstraksi protein, karena akan mendapatkan hasil yang maksimal. Apabila proses demineralisasi dilakukan sebelum ekstraksi protein maka dapat terjadi kontaminasi protein terhadap cairan ekstrak mineral, sehingga merugikan hasil ekstrak proteinnya kelak (Angka dan Suhartono, 2000).

Komponen mineral dilarutkan dengan penambahan asam encer seperti asam klorida atau asam sulfat. Proses demineralisasi dapat dilakukan dengan menambahkan HCl (asam klorida) 1 N dengan perbandingan berat bahan dan volume pengeksrak 1:7 (b/v) yang dipanaskan pada suhu 70-75 °C (Hardjito, 1992).

Selama proses demineralisasi dapat terjadi kerusakan kitin oleh proses penguraian hidrolitik pada keadaan atau lingkungan reaksi yang agak keras. Kerusakan ini terutama disebabkan oleh adanya penyerapan sisa asam selama pengeringan produk kitin. Senyawa kitin dapat mengandung beberapa gugus amino bebas, karena proses deasetilasi ringan selama pengolahan. Oleh karena itu, proses pencucian

disempurnakan dengan penambahan sejumlah kecil basa untuk menjamin pH diatas 7 pada suspensi kitin. Dengan cara ini kerusakan selama pengeringan dapat ditekan.

## 2.4 Serat Makanan

### 2.4.1 Definisi dan macam-macam serat makanan

Serat adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dicerna oleh enzim sehingga bukan sebagai sumber zat makanan (Linder, 1992). Istilah serat makanan juga harus dibedakan dari istilah serat kasar yang biasa digunakan dalam analisis proksimat makanan. Serat kasar (*crude fiber*) adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia. Sedangkan serat makanan adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Oleh karena itu kadar serat kasar nilainya lebih rendah dibandingkan dengan serat makanan (Muchtadi, 1989). Menurut Wardlaw *et al.*, (2004), berdasarkan kelarutannya serat dibagi menjadi 2 yaitu, serat larut air dan serat tidak larut air.

#### 1. Serat tidak larut air

##### a. Selulosa

Selulosa merupakan serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pectin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Pada proses pematangan, penyimpanan atau pengolahan, komponen selulosa akan mengalami perubahan sehingga terjadi perubahan struktur (Winarno,1997).

##### b. Hemiselulosa

Secara struktural selulosa, hemiselulosa dan pectin merupakan polimer gula yang berantai lurus maupun bercabang dengan jumlah molekul yang bervariasi

(Olson *et al.*, 1987). Hemiselulosa merupakan serat makanan yang terdiri dari xylosa, galaktosa, glukosa dan beberapa senyawa monosakarida lainnya. Fungsi dari hemiselulosa adalah mengurangi waktu transit makanan didalam usus (Wardlaw *et al.*, 2004)

### c. Lignin

Lignin merupakan senyawa non karbohidrat (Wardlaw *et al.*, 2004). Pada rumput laut, lignin akan berikatan ester dengan hemiselulosa. Lignin dapat menyebabkan polisakarida lebih sulit difermentasi. Hal ini disebabkan oleh adanya ikatan dan kesatuan fisik antara lignin dengan polisakarida lain dalam komponen pelekat dinding sel (Olson *et al.*, 1987).

## 2. Serat larut air

### a. Pektin

Pektin secara umum terdapat didalam dinding sel primer tanaman khususnya disela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Senyawa-senyawa pektin berfungsi sebagai bahan pelekat antara dinding sel yang satu dengan yang lain (Winarno, 1997). Beberapa diantaranya dapat diubah menjadi asam pektinat yang dapat larut dalam air dan dapat digunakan untuk mengikat cairan dalam pembuatan agar-agar. Pektin yang dipergunakan biasanya berasal dari kulit apel (Piliang dan Djojosoebagio, 1996).

### b. Gum

Gum merupakan serat makanan yang tersusun atas rantai galaktosa, asam glukuronat dan beberapa monosakarida. Fungsi dari gum adalah memperlambat penyerapan glukosa dan dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Gum dapat

ditemukan pada makanan seperti kacang-kacangan, sayur-sayuran dan buah-buahan (Wardlaw *et al.*, 2004).

Rata-rata negara didunia ini menetapkan sebanyak 30 g kebutuhan akan serat setiap harinya (Anonymous 2003<sup>c</sup>).

#### 2.4.2 Manfaat dan mekanisme serat makanan dalam pencernaan

Serat merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna, tetapi mempunyai fungsi yang penting bagi kesehatan yaitu mengatur peristaltik usus (memungkinkan terjadinya gerakan usus yang teratur) dan mencegah terjadinya *konstipasi* (sulit buang air besar), karena serat memberi muatan atau pemberat pada sisa-sisa makanan pada bagian usus besar (Suhardjo dan Kusharto, 2000). Meskipun serat makanan tidak mengandung nutrisi penting, tetapi fungsinya sebagai pengatur ekskresi sisa makanan sangatlah penting. Kekurangan konsumsi serat kasar dapat menyebabkan kelainan dalam tubuh yang sifatnya kronis (Piliang dan Djojosoebagio, 1996). Berdasarkan sifat kelarutannya dalam air, serat makanan mempunyai beberapa peranan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Peranan serat makanan berdasarkan sifat kelarutannya dalam air

Serat tidak larut air	Serat larut air
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Meningkatkan rasa kenyang</li> <li>➤ Memperpendek waktu transit feses</li> <li>➤ Menurunkan tekanan intralumen</li> <li>➤ Sebagai antioksidan</li> <li>➤ Mengikat asam empedu, kolesterol dan beberapa mineral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Memperlambat pengosongan lambung</li> <li>➤ Menahan air, mengikat asam empedu dan kolestrol</li> <li>➤ Meningkatkan tekanan di dalam kolon</li> <li>➤ Sebagai materi fermentasi bagi mikroflora kolon</li> </ul>

Sumber : Hermana (2001).

Dari penelitian secara klinis didapat bahwa *dietary fiber* sangat efektif dalam menanggulangi gejala penyakit *diverticulitis* (penonjolan bagian luar usus berbentuk bisul yang disertai peradangan dan infeksi). Dengan mengkonsumsi *dietary fiber* yang tinggi, maka feses akan lebih mudah menyerap air, menjadi lebih empuk dan halus dan mudah didorong keluar. Dengan kurangnya konsumsi serat feses menjadi keras, kasar, dan sukar didorong keluar sehingga harus ditekan dengan kuat (Winarno,1997).

Serat dapat menurunkan kadar kolesterol secara efektif. Karena serat akan mengikat asam empedu yang berguna untuk mengemulsikan lemak dan kolesterol yang terdapat dalam saluran cerna, lalu membawanya keluar tubuh bersama dengan feses. Selanjutnya hati sebagai organ yang memproduksi asam empedu harus mengganti asam empedu yang hilang akibat diikat oleh serat. Untuk membentuk asam empedu, hati memerlukan kolesterol. Kolesterol dalam darah akan disirkulasi ke hati, lalu didalam hati kolesterol diurai menjadi asam empedu. Karena aktivitas serat maka kolesterol dalam darah dapat direduksi (Anonymous, 2003<sup>c</sup>). Menurut Olson *et al.*, (1987), meskipun serat bukan merupakan zat gizi, tetapi mempunyai peranan yang penting dalam kesehatan sehingga harus dikonsumsi setiap hari. Selang konsumsi serat berkisar antara 8 sampai 32 gram per hari. Lebih lanjut Hartono (2000), menyatakan bahwa konsumsi serat hendaknya lebih ditingkatkan hingga 35 g per hari bagi penderita *hiperlipidemia*.

Efek fisiologis serat makanan misalnya pada *bran* gandum diketahui dari hasil penelitian dengan menambahkan 50 g *bran* gandum sereal pada diet normal sehari-hari 9 orang dewasa sehat dan 9 orang pasien penderita gallstones sehingga dapat

ditarik kesimpulan bahwa keuntungan dari *bran* gandum adalah menurunkan kolesterol, meningkatkan frekuensi dan memudahkan isi perut serta meningkatkan rasa kenyang (Dorian, 2001).

ADA (*American Dietetic Association*), *National Cancer Institute* dan *American Cancer Society* merekomendasikan konsumsi serat makanan untuk orang dewasa antara 25-35 g setiap harinya atau 10 hingga 13 g serat per 1000 kal setiap harinya. Sedangkan kebutuhan serat untuk anak-anak dan remaja, sama dengan umur (dalam tahun) ditambah 5 g serat tiap harinya. Misalnya untuk anak berusia 5 tahun, kebutuhan seratnya adalah 10 g. Pola makan dengan kandungan gizi lengkap dan seimbang pada usia masa kini menjadi sangat penting karena merupakan langkah pencegah akan beragamanya penyakit degeneratif dimasa dewasa atau tua.

## **2.5 Pencernaan dan penyerapan lemak makanan**

Sebagian besar lemak makanan dapat dicerna dan diserap oleh tubuh orang sehat. Lemak yang tidak terserap kurang dari 5 persen dan akan dikeluarkan melalui feses. Proses pemecahan dan penyerapan komponen yang tidak larut dalam air ini sangat efisien. Hal ini bisa berlangsung dengan adanya lipase pankreas, garam empedu dan adanya gerakan peristaltik usus kecil (Olson *et al.*, 1987).

Dalam duodenum, garam-garam empedu mengemulsikan lemak dan terdispersi menjadi butir-butir kecil dengan penambahan luas permukaan sekitar 10.000 kali. Ini diikuti dengan masuknya lipase. Lipid yang sudah sebagian tercerna terutama dalam bentuk larut air, membentuk misel yang stabil, terutama terdiri dari asam lemak rantai panjang, monogliserida dan asam empedu yang terdispersi ke

permukaan sel-sel mukosa dan melepaskan materi untuk diserap (Linder, 1992). Misel adalah suatu agregat yang terbentuk dalam larutan berair oleh suatu substansi yang terdiri dari gugus polar dan nonpolar (Montgomery *et al.*, 1993). Menurut Girindra (1986) triasilgliserol dan kolesterol tidak membentuk misel sendiri tetapi dapat ikut dalam misel karena dapat bergabung dengan misel lipida lain yang polar dan membentuk misel campuran. Lebih lanjut Linder (1992), menyatakan bahwa produk-produk pencernaan yang bersifat polar kemudian terdifusi melalui medium cair. Pada manusia hampir semua trigliserida dipecah menjadi monogliserida. Fosfolipid terhidrolisis secara penuh atau dibiarkan dalam bentuk lysofosfolipid sedangkan kolesterol juga mendapat proses esterifikasi.

Absorpsi produk hidrolisis lipid dari misel campuran ke dalam sel mukosa merupakan proses pasif yang terjadi secara difusi. Fungsi utama dari mukosa usus dalam masalah metabolisme lipid adalah mensintesis kembali asam lemak dan monogliserida yang diserap menjadi trigliserida, karena asam lemak makanan berantai panjang diserap ke dalam tubuh setelah diubah kembali menjadi trigliserida (Montgomery *et al.*, 1993). Setelah masuk ke dalam mukosa intestine, trigliserida, fosfolipid dan ester kolesterol disintesis kembali, dan dibungkus dengan sedikit protein dan kemudian disekresikan dalam bentuk kilomikron (Linder, 1992).

## 2.6 Lipid Darah (Profil Lipid)

Lipid adalah golongan besar senyawa tak larut air yang terdapat di alam. Lipid cenderung larut dalam pelarut organik seperti eter dan kloroform (Wilbraham dan Matta, 1992). Dislipidemia adalah kelainan metabolisme lipid yang ditandai

dengan meningkatnya maupun menurunnya fraksi lipid dalam plasma. Kelainan fraksi lipid yang paling utama adalah kenaikan kadar kolesterol, total LDL, kenaikan kadar trigliserida serta penurunan kadar HDL (Anwar, 2003).

Ditambahkan oleh Rustika (2007), dislipidemia adalah suatu keadaan yang terjadinya peningkatan kadar kolesterol total, LDL dan trigliserida serta terjadinya penurunan HDL dalam darah. Data mengenai dislipidemia di masyarakat cenderung meningkat. Faktor penyebabnya adalah perilaku pola makan masyarakat yang cenderung mengonsumsi makanan berminyak atau berlemak tinggi

### **2.6.1 Trigliserida**

Trigliserida alami adalah triester dari asam lemak berantai panjang (C12 sampai C24) 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 yaitu 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 kadarnya tidak begitu terpengaruh setelah makan (Anwar, 2003).

Trigliserida (TG) adalah ester dari trihydric alcohol glycerol dengan 3 asam lemak rantai panjang. TG disintesis di hati dan juga terdapat dalam makanan. Penentuan TG digunakan dalam diagnosis dan penanganan pasien dengan Diabetes

Melitus (DM), nefrosis, obstruksi hati, gangguan metabolisme lipid dan penyakit endokrin lainnya. Pemeriksaan TG mempunyai tujuan untuk menentukan status trigliseridemik, untuk memperkirakan risiko PJK, dan untuk menghitung konsentrasi kolesterol-LDL TG juga diduga merupakan penentu utama dari esterifikasi kolesterol atau transfer kolesterol dan remodeling HDL dalam plasma manusia (Susanti, 2006).

Trigliserida merupakan lemak didalam tubuh yang terdiri dari 3 jenis lemak yaitu lemak jenuh, lemak tidak jenuh tunggal dan lemak tidak jenuh ganda. 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, 2003):

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

### 2.6.2 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, 2003).

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).

### 2.6.3 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, 2003):

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

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. Metabolisme LDL dalam plasma telah diteliti selama bertahun-tahun. Salah satu penelitian dilakukan dengan pemberian label ( $^{125}\text{I}$ -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. Dengan menggunakan gradien elektroforesis, Austin dan kawan-kawan membedakan LDL menjadi 2, yaitu (Susanti, 2006):

1. Fenotip A : partikel LDL yang dominan berukuran besar dan ringan
2. Fenotip B : didominasi oleh partikel LDL berukuran kecil, padat atau dikenal dengan LDL kecil-padat.

#### 2.6.4 Kolesterol

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).

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. Kuning telur dan bagian dalam dari binatang, seperti hati, ginjal, otak terutama merupakan sumber yang kaya akan kolesterol. 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. Jadi walaupun makanan rendah lemak tetapi mungkin tinggi kolesterol seperti misalnya hati yang mengandung rendah lemak dan tinggi kolesterol (Anwar, 2003).

Kadar kolesterol total darah yang sebaiknya adalah  $< 200$  mg/dl, bila  $> 200$  mg/dl berarti risiko untuk terjadinya PJK meningkat. Bila kadar kolesterol darah berkisar antara 200-239 mg/dl, tetapi tidak ada faktor resiko lainnya untuk PJK maka biasanya tidak diperlukan penanggulangan yang intensif. Akan tetapi bila dengan kadar tersebut didapatkan PJK atau 2 faktor resiko lainnya untuk PJK maka diperlukan pengobatan yang intensif seperti halnya penderita dengan kadar kolesterol yang tinggi atau  $> 240$  mg/dl (Anwar, 2003).

### **2.7 Penyakit-penyakit akibat kelebihan konsumsi lemak makanan**

Menurut Muchtadi (1989), mengkonsumsi lemak secara berlebihan dapat memberikan dampak yang buruk bagi kesehatan, karena tubuh akan mengekumulasi

lemak dalam jumlah besar (*hiperlipidemia*). *Hiperlipidemia* adalah suatu istilah yang tidak spesifik, yang menunjukkan adanya kondisi dimana salah satu atau lebih komponen lipid dalam serum terdapat dalam konsentrasi tinggi secara abnormal sehingga dapat menyebabkan beberapa penyakit diantaranya adalah :

### **2.7.1 Penyakit Kantung Empedu**

Dibawah kondisi abnormal, kolesterol, pigmen cairan empedu dan senyawa lain yang dapat mengendap dalam kantong empedu dan menyebabkan pembentukan batu empedu. Batu tersebut dapat menimbulkan iritasi pada dinding kantong empedu atau menghalangi salurannya yang dikenal dengan penyakit kantong empedu (Muchtadi, 1989). Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penyakit kantong empedu. Faktor tersebut adalah (1) obesitas; (2) konsumsi lemak yang tinggi; (3) *hiperlipidemia*, khususnya peningkatan kadar trigliserida yang berhubungan dengan asupan lemak dan gula yang tinggi, dan (4) penurunan berat badan secara cepat (Hartono, 2000).

### **2.7.2 Penyakit jantung koroner (PJK)**

Penyakit jantung koroner merupakan penyakit yang insidennya semakin meningkat dalam masyarakat modern dengan adanya perubahan pola makan dan aktivitas sehari-hari. Perubahan-perubahan yang terjadi pada jantung meliputi perubahan-perubahan degenerasi disamping kapasitas otot jantung juga berkurang, pada pembuluh darah dindingnya menjadi kaku dan menebal (*atherosclerosis*) (Tabrani, 1982). Pembuluh koroner bisa menyempit dan mengeras atau bahkan tersumbat. Penyempitan pembuluh koroner dapat menimbulkan *iskemia* pada jantung (jantung kekurangan oksigen), sedangkan penyumbatan yang total dapat

mengakibatkan *infrak* (kerak pada jantung) dan kematian otot jantung pada daerah yang luas dan segera mengakibatkan kematian (Hartono, 2000).



### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan

##### 3.1.1 Bahan yang diuji

Bahan yang diuji berupa cangkang udang windu (*Penaeus monodon*) yang diperoleh dari PT. BMI (Bumi Menara Internusa). Cangkang udang windu ini selanjutnya diekstrak menjadi kitin. Bahan yang digunakan untuk ekstraksi kitin meliputi asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), dan aquades.

##### 3.1.2 Bahan untuk ransum pakan

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

- Protein (kasein) yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Lemak (minyak jagung) merk "China corn oil" produksi China, diperoleh dari toko Candra Malang diproduksi PT. Intiboga Sejahtera Jakarta.
- *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) makanan diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Vitamin merk "Supravit" produksi PT. Erela Semarang diperoleh dari apotek Sejati, Malang diproduksi oleh PT. Kimia Farma Bandung.
- Mineral *mix* diperoleh dari PT. Panadia Corporation Indonesia Malang.
- Karbohidrat (tepung maizena) "Honiq" diperoleh dari toko Candra Malang oleh Honig Food importir Jakarta.

- Lemak sapi jenuh 20% diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

### 3.1.3 Bahan untuk analisis kimia

Bahan kimia yang digunakan untuk analisis meliputi bahan-bahan untuk pembuatan kitin dari limbah kepala udang windu (*Penaeus monodon*), analisis serat makanan (serat larut, serat tidak larut dan serat total); analisis proksimat; analisis kadar kolesterol dan trigliserida darah; dan analisis kadar kolesterol dalam feses.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan kitin dari limbah udang windu (*Penaeus monodon*) meliputi HCl, NaOH dan aquades. Bahan-bahan kimia tersebut diperoleh dari Bratako Chemika, Malang.

Bahan untuk analisis serat makanan antara lain : 0.1 M Buffer Natrium Fosfat pH 6, 4 M HCl, 4 M NaOH, etanol teknis 95%, etanol 78%, aseton Puriss, Petroleum eter (40 ml/g sampel), enzim Termamyl 60L atau 120L (Novo), Pepesin NF (Merck), dan pankreatin 4 x NF (SIGMA).

Bahan untuk analisis proksimat antara lain petroleum ether, kertas saring, aquades, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, HgO, indikator metil merah, NaOH, HCl dan larutan K<sub>2</sub>S diperoleh dari PT. Panadia Corporation Indonesia Malang.

Bahan untuk analisis kadar lipid serum darah tikus antara lain Good's buffer pH 7.2 dan pH 6.7, 4-Chlorophenol, ATP, Mg<sup>2+</sup>, Glycerokinase (GK), Peroxidase (POD), Lipoprotein Lipase (LPL), 4-Aminoantipyrine, Glycerol-3-phosphate-oxidase (GPO), Phenol, Cholesterol esterase (CHE) serta Cholesterol oxidase (CHO).

Bahan untuk analisis kadar kolesterol dalam feses meliputi aseton, alkohol, khloroform, asetat anhidrat, asam sulfat dan kolesterol standar.

### 3.1.4 Bahan untuk uji (tikus percobaan)

Hewan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus wistar (*Rattus norvegicus*), dimana 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 Spraque-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 200-250 gram. Tikus ini diperoleh dari Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

## 3.2 Alat

### 3.2.1 Alat pembuatan kitin

Alat yang digunakan untuk pembuatan kitin dari limbah kepala udang windu (*Penaeus monodon*) adalah timbangan analitik ADAM AAA 250 LE, alat pengering (*oven*), WTB Binder 7200 Tutt Lingen Germany, gelas piala, penjepit, mortal-martil, alat penumbuk, timbangan Ohaus Florhan park, mesin penyelep tepung, *water bath*, pompa vakum. Sedangkan alat untuk analisa adalah *viscotester* VT-04 Rion Co. Ltd., pH meter, krus porselen, labu *Kjeldahl*, botol timbang, desikator, cakram kertas, cawan petri, dan inkubator.

### 3.2.2 Alat pembuatan ransum pakan

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

### 3.2.3 Alat analisis proksimat

Alat yang digunakan untuk analisis proksimat seperti timbangan analitik "Mettler Toledo" dengan kapasitas maximum 210 g dan minimum 0,01 g, kertas saring, erlenmeyer "Pyrex-Iwaki glass" 250 ml, gelas piala, gelas ukur "Pyrex-Iwaki glass" 100 ml, buret, mortar, rangkaian alat destruksi, pipet volume 25 ml, statif, bola hisap, spatula, labu destruksi, labu destilasi, peralatan untuk ekstraksi lemak (*soxhlet*), oven "Binder", desikator "Nikko", dan muffle "Nabertherm".

### 3.2.4 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. 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.

### 3.2.5 Alat untuk analisis kadar lipid serum darah

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.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Percobaan eksperimen adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan tersebut dengan cara memberi perlakuan tertentu pada kelompok eksperimen dan menyelidiki kontrol untuk pembandingan.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pengaruh pemberian kitin dari limbah kepala udang windu (*Penaeus monodon*) terhadap kadar lipid tikus wistar (*rattus norvegicus*).

#### 3.3.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada penelitian ini dibuat eksperimen dengan dua faktor perlakuan dan tiga kali ulangan ( $n=3$ ). Faktor perlakuan (A) terdiri dari faktor metode pemberian kitin pada tikus wistar yang terdiri dari metode oral (O) dan parenteral (P) dan faktor konsentrasi (B) pemberian kitin yang terdiri dari konsentrasi 0,0%, konsentrasi 2,5%, konsentrasi 5,0% dan konsentrasi 7,5% yang merupakan % terhadap w/w dalam proses pembuatan ransum. Pengamatan dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 12, 15, dan 18, dimana hari digunakan sebagai kelompok pengamatan. Penentuan konsentrasi kitin 2,5%, 5%, dan 7,5% yang merupakan % terhadap w/w dapat dilihat pada Lampiran 3.

Menurut Yitnosumarto (1993), berdasarkan faktor tersebut maka penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan

pengamatan hari bertindak sebagai kelompoknya. Model untuk Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + \rho_k + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

dimana:

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

$\mu$  = nilai tengah umum

$A_i$  = pengaruh taraf ke-i dari faktor A (metode pemberian)

$B_j$  = pengaruh taraf ke-j dari faktor B (konsentrasi pemberian)

$\rho_k$  = pengaruh kelompok ke-k

$AB_{ij}$  = pengaruh interaksi taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B

$\epsilon_{ijk}$  = galat percobaan taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B pada ulangan yang ke-k

Tabel 4. Denah rancangan faktor perlakuan

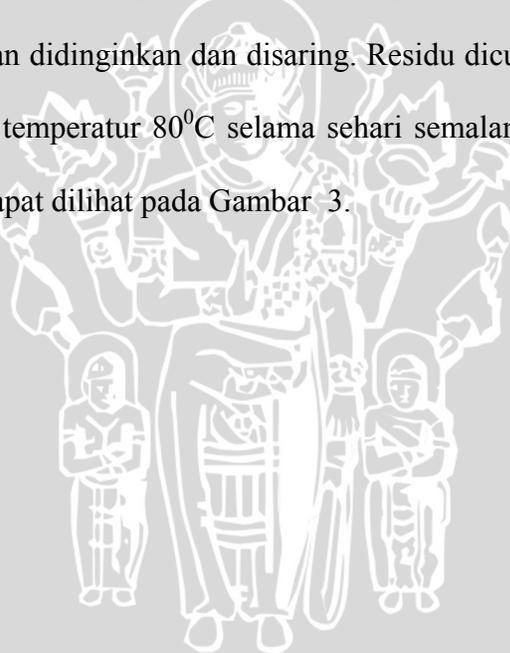
Metode Pemberian	Konsentrasi	Ulangan	Hari ke-							
			0	3	6	9	12	15	18	
Oral (O)	0,0 % (O <sub>0</sub> )	1								
		2								
		3								
	2,5 % (O <sub>2,5</sub> )	1								
		2								
		3								
	5,0 % (O <sub>5</sub> )	1								
		2								
		3								
	7,5 % (O <sub>7,5</sub> )	1								
		2								
		3								
Parenteral (P)	0,0 % (P <sub>0</sub> )	1								
		2								
		3								
	2,5 % (P <sub>2,5</sub> )	1								
		2								
		3								
	5,0 % (P <sub>5</sub> )	1								
		2								
		3								
	7,5 % (P <sub>7,5</sub> )	1								
		2								
		3								

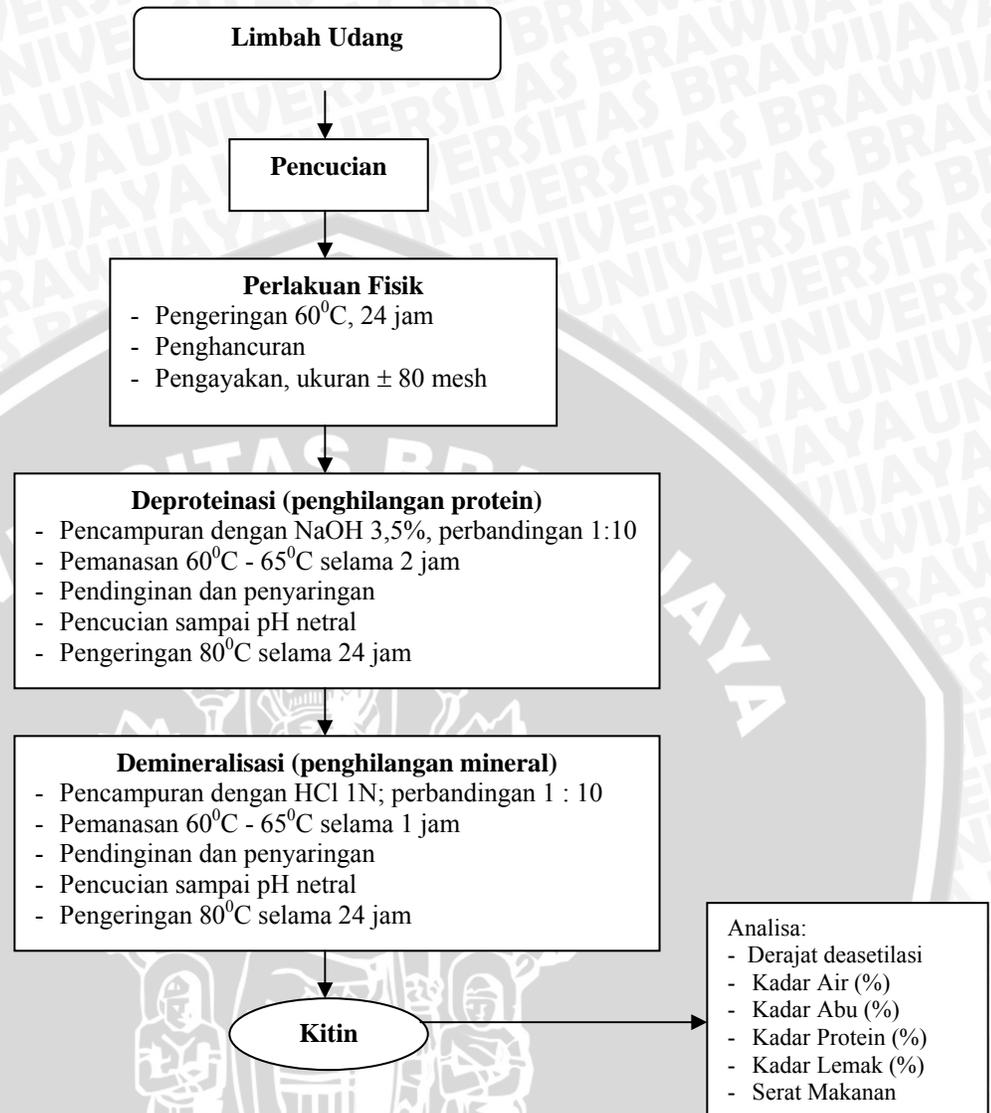
### 3.3.2 Prosedur penelitian

#### 3.3.2.1 Preparasi bahan uji

Sebelum dilakukan penelitian, langkah pertama dalam penelitian ini adalah preparasi bahan uji yaitu dengan mengekstraksi cangkang udang windu (*Penaeus monodon*) untuk mendapatkan kitin. Cangkang udang windu yang diperoleh dari PT. BMI Dampit Malang, dibersihkan dengan menggunakan air bersih hingga tidak ada kotoran yang tersisa atau pH netral, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari dengan suhu sekitar 60<sup>0</sup>C dengan waktu 24 jam hingga air yang terdapat dalam

cangkang udang menguap dan kering, dihancurkan memakai blender, kemudian ditapis dengan ayakan untuk mendapatkan serpihan berukuran 80 mesh. Hasil ayakan dituangi larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 antara bahan dengan NaOH artinya dalam 100 g bahan ditambahkan 1000ml NaOH, lalu dipanaskan 2 jam pada temperatur 60-65<sup>0</sup>C. Sesudah itu hasilnya didinginkan dan disaring, sementara filtratnya dibuang. Residu kemudian dicuci dengan air sampai netral. Hasilnya dikeringkan pada temperatur 80<sup>0</sup>C selama sehari semalam dan ditimbang. Residu kering dibubuhi larutan HCl 1 N dengan perbandingan 1:10 antara bahan dengan HCl artinya dalam 100 g bahan ditambahkan 1000ml HCl, lalu dipanaskan pada temperatur 60-65<sup>0</sup>C selama 1 jam. Campuran yang dihasilkan didinginkan dan disaring. Residu dicuci memakai air sampai netral, dikeringkan pada temperatur 80<sup>0</sup>C selama sehari semalam. Prosedur pembuatan kitin secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 3.





**Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Kitin (Modifikasi Metode Mekawati, 2000)**

### 3.3.2.2 Pembuatan ransum

Dalam penelitian ini terdapat 3 jenis ransum tikus percobaan, yaitu ransum standar, ransum berkolesterol, dan ransum perlakuan. Komposisi ransum standar yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti ransum *Standart National Research Council* (NRC) (1978). Adapun komposisi ransum standar dapat dilihat pada Tabel 5.

Komposisi ransum berkolesterol dibuat sama dengan ransum standar, tetapi karbohidrat (tepung maizena) 60% dikurangi menjadi 40% dan diganti dengan lemak

sapi jenuh sebanyak 20% (lihat Tabel 5). Untuk ransum perlakuan, yaitu ransum standar dengan CMC 5% diganti dengan kitin dari cangkang udang windu *Penaeus monodon* (lihat Tabel 2).

Tabel 5. Komposisi ransum pakan tikus

Bahan	Jenis ransum pakan			
	Ransum standar (%) <sup>*</sup>	Ransum berkolesterol (%) <sup>**</sup>	Ransum perlakuan metode oral (%)	Ransum perlakuan metode parenteral (%)
Kasein	20	20	20	20
Minyak jagung	5	5	5	5
CMC( <i>food grade</i> )	5	5	-	-
Mineral <i>mix</i> <sup>1</sup>	4	4	4	4
Vitamin <i>mix</i> <sup>2</sup>	1	1	1	1
Air	5	5	5	5
Tepung maizena	60	40	(60+5) - x	(60+5) - x
Lemak sapi jenuh	-	20	-	-
Kitin	-	-	X	-

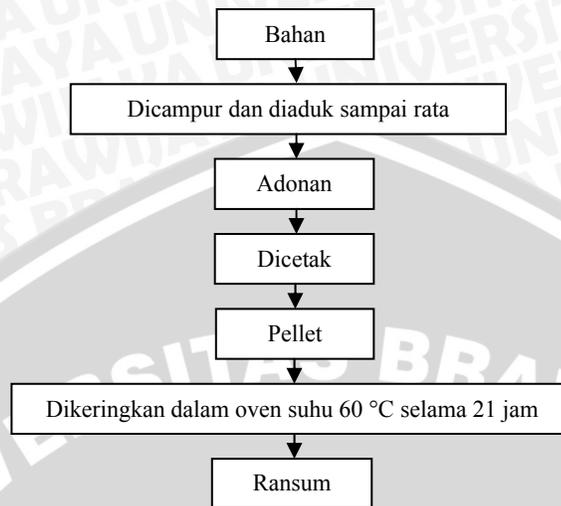
Keterangan: x = konsentrasi pemberian kitin dari cangkang udang *P. monodon*

<sup>1</sup>) Lampiran 1. <sup>2</sup>) Lampiran 2.

<sup>\*</sup>) National Research Council (NRC), 1978.

<sup>\*\*</sup>) Muchtadi, 1989.

Cara pembuatan ketiga jenis ransum, yaitu semua bahan ransum dimasukkan satu per satu, dicampur dan diaduk secara merata. Bahan-bahan yang telah tercampur rata dibentuk menjadi pellet dan kemudian dioven selama 21 jam, suhu 60°C. Ransum dibuat tiap 2 hari sekali, ransum standar dan perlakuan setelah dikemas dalam plastik disimpan pada suhu kamar sedangkan ransum berkolesterol disimpan dalam lemari es. Cara pembuatan ransum pakan adalah dengan mencampur semua bahan dalam satu wadah dan diaduk sampai rata hingga membentuk adonan. Adonan tersebut dicetak dengan alat pembentuk pellet dalam bentuk pellet, kemudian dikeringkan dalam oven 60 °C selama 21 jam. Ransum yang telah jadi dikemas dalam plastik dan disimpan pada suhu kamar. Secara skematis, prosedur pembuatan ransum pakan dapat dilihat pada Gambar 4.



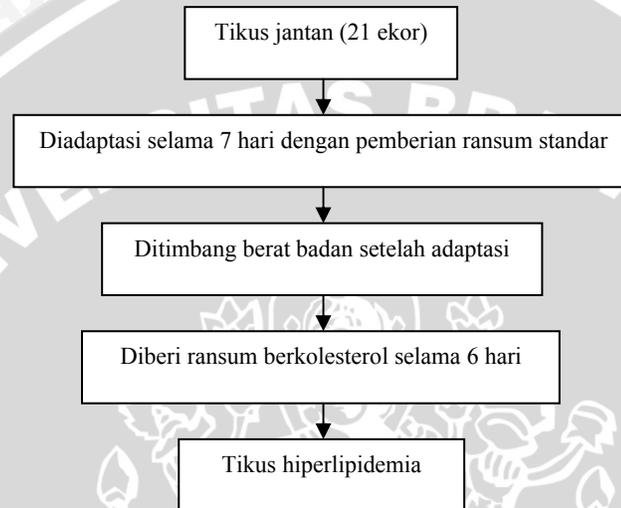
**Gambar 4. Prosedur pembuatan ransum**

### 3.3.2.3 Pembuatan tikus *hiperlipidemia*

Tikus yang digunakan adalah tikus putih jantan berumur 3 bulan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wikanta *et al.* (2003), tikus terlebih dahulu diadaptasi selama 7 hari dengan lingkungan pemeliharaan dengan cara menempatkan tiap tikus dalam kandangnya (dikandangkan secara individu). Tujuan tikus diadaptasi selama 7 hari adalah untuk penyesuaian dengan lingkungan, mengontrol kesehatan dan berat badannya serta menyeragamkan makanannya. Sedangkan tujuan tikus dikandangkan secara individu adalah agar tikus tidak terpengaruh/terganggu dengan tikus yang lain dan agar lebih mudah untuk mengontrol kebutuhan ransum pakan dan air minum serta jumlah feses yang dihasilkan. Kemudian tikus diberi makan ransum standar dan minum secara *ad libitum* dan jumlah yang dikonsumsi ditentukan dari selisih berat pakan awal dengan sisa pakan. Pemberian ransum setiap harinya sebesar  $\pm 13$  g tiap ekor tikus.

Setelah masa adaptasi selesai maka kadar lipid dinaikkan dengan mengganti ransum standar dengan ransum berkolesterol selama 6 hari secara *ad libitum*. Kondisi

*hiperlipidemia* (untuk manusia batasan *hiperlipidemia* adalah  $>200$  mg/dl) dicapai pada hari ke-6 setelah tikus mengkonsumsi ransum yang mengandung lemak sapi jenuh 20% sebesar 204,91mg/dl (Susanti, 2004). Setelah kondisi *hiperlipidemia* tercapai, pemberian ransum berkolesterol dihentikan. Pembuatan tikus *hiperlipidemia* dapat dilihat pada Gambar 5.



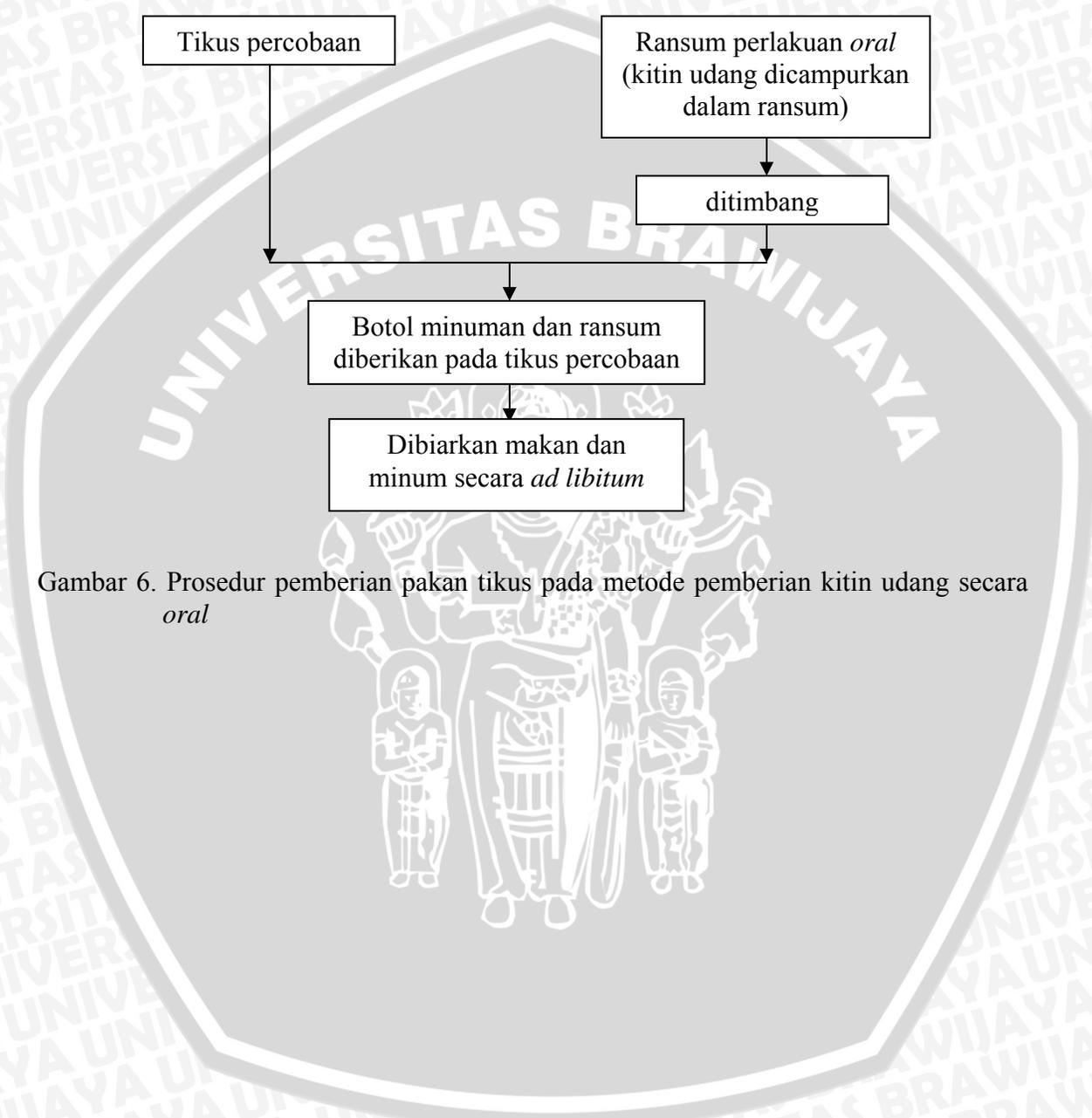
**Gambar 5. Pembuatan tikus hiperlipidemia**

#### 3.3.2.4 Pemberian pakan tikus

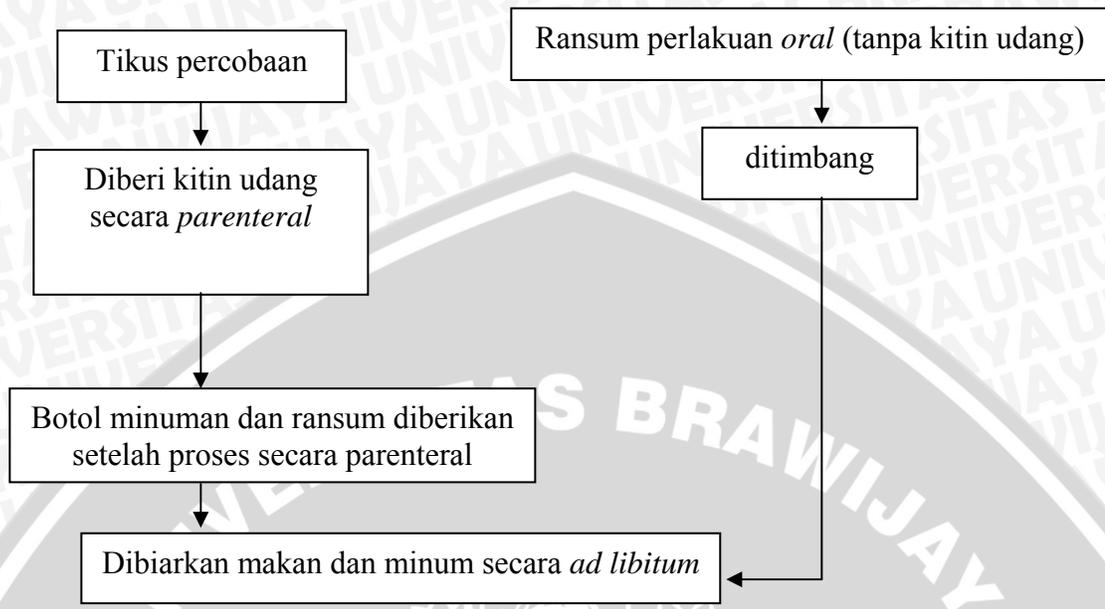
Pada metode pemberian kitin udang secara oral, pemberian ransum dan minum dilakukan rutin setiap pagi jam 9 pagi setelah kandang tikus dibersihkan. Pemberian ransum dan minum dilakukan secara oral, dimana tikus diberi kebebasan untuk makan dan minum sesuai dengan keinginannya (tak dibatasi). Prinsip pemberian ransum pakan adalah berdasarkan presentase berat badan tikus. Menurut Wasito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 7.

Pada metode pemberian kitin udang secara parenteral, proses pencekokan (parenteral) kitin udang pada tikus percobaan kemudian setelah proses pencekokan (parenteral) tikus diberi ransum perlakuan secara oral atau secara *ad libitum*, dimana

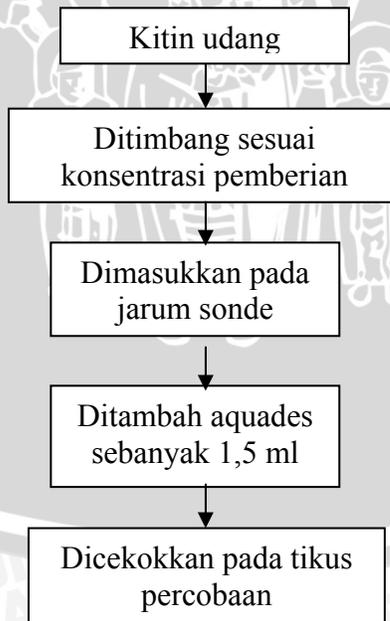
tikus diberi kebebasan untuk makan dan minum sesuai dengan keinginannya (tak dibatasi). Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 6. Adapun untuk proses secara parenteral udang dapat dilihat secara skematis pada Gambar 7.



Gambar 6. Prosedur pemberian pakan tikus pada metode pemberian kitin udang secara oral



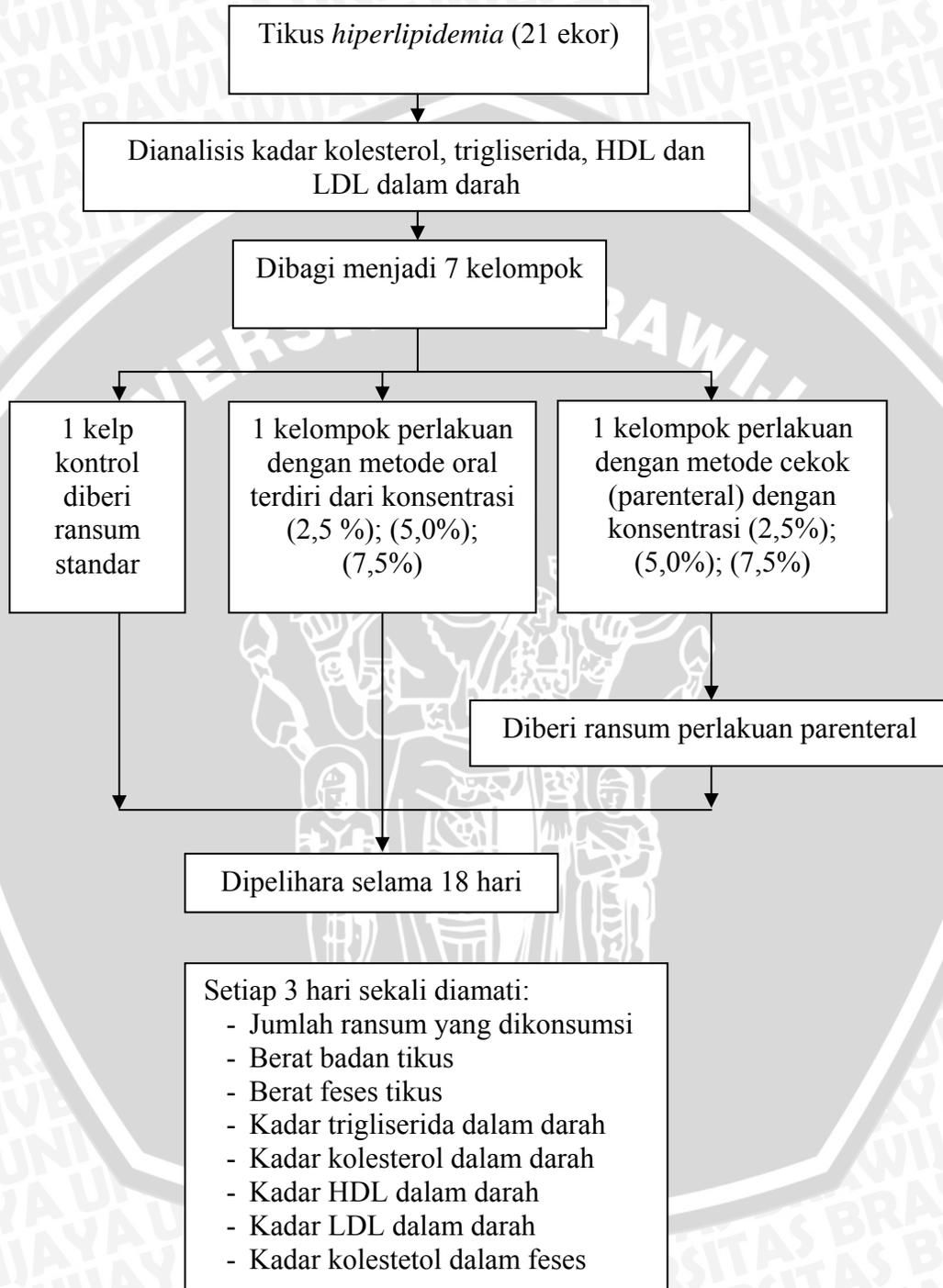
Gambar 7. Prosedur pemberian pakan tikus pada metode pemberian kitin udang secara *parenteral*



Gambar 8. Prosedur pemberian kitin udang pada metode pemberian secara *parenteral*

### 3.3.2.5 Prosedur pelaksanaan percobaan

Secara garis besar pelaksanaan perlakuan/percobaan dapat dilihat di Gambar 9.



**Gambar 9. Pelaksanaan perlakuan**

Mula-mula tikus putih jantan berumur 3 bulan diadaptasi 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 pakan 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 makan ransum standar dan minum secara *ad libitum*, dimana tikus diberi kebebasan untuk makan dan minum sesuai dengan keinginannya. Prinsip pemberian ransum pakan adalah berdasarkan prosentase 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 adaptasi 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 18 hari dan setiap 3 hari sekali tikus diambil darahnya untuk dianalisis kadar kolesterol total, kadar trigliserida, kadar HDL, kadar LDL dalam darah dan kadar kolesterol dalam feses. Sebelum diambil darahnya,

tikus dipuaskan terlebih dahulu selama  $\pm 12$  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 .

### 3.3.3 Parameter uji

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis proksimat kitin dari *Penaeus monodon* (kadar air, protein, abu, viskositas, derajat deasetilasi dan serat makanan), analisis proksimat ransum (kadar air, protein, abu, lemak dan karbohidrat), kadar trigliserida, kolesterol total pada serum darah tikus, kadar HDL, kadar LDL, jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus, serta kadar kolesterol pada feses.

#### 3.3.3.1 Analisis proksimat kitin dan ransum

- **Kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997)**

Metode yang digunakan untuk penentuan kadar air adalah metode *Thermogravimetri*. Prinsip dari metode ini adalah sampel dipanaskan pada suhu (100-105)<sup>0</sup>C sampai diperoleh berat yang konstan. Pada suhu ini semua air bebas (yang tidak

terikat pada zat lain) dapat dengan mudah diuapkan, tetapi tidak demikian halnya dengan air yang terikat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

- **Kadar protein (Sudarmadji *et al.*, 1997)**

Metode yang digunakan untuk penentuan kadar protein adalah metode makro *Kjeldahl*. Prinsip dari metode ini adalah penentuan protein berdasarkan oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia. Selanjutnya amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat. Larutan dibuat menjadi basa, dan amonia diuapkan untuk kemudian diserap dalam larutan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan dapat ditentukan jumlahnya dengan titrasi menggunakan HCl 0,02N (Apriyantono *et al.*, 1989). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

- **Kadar abu (Sudarmadji *et al.*, 1997)**

Metode yang digunakan untuk penentuan kadar abu adalah metode pemanasan (pengeringan secara langsung). Tujuan analisa kadar abu adalah untuk menentukan baik tidaknya suatu pengolahan dan sebagai parameter nilai gizi dari tepung agar-agar (*gelidium spp.*) Dan ransum pakan tikus (mengetahui kandungan mineral). Prinsip dari metode ini adalah sampel dipanaskan pada suhu 650°C, maka akan terjadi abu yang berwarna putih (Murachman *et al.*, 1983). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

- **Kadar lemak metode *goldfish* (Sudarmadji *et al.*, 1997)**

Prinsip dari analisis kadar lemak adalah untuk mengetahui kandungan lemak atau minyak suatu sampel dengan cara mengekstraksi dengan pelarut organik non polar seperti petroleum ether (PE) dan pelarut polar seperti metanol. Lemak yang dipisahkan dapat diketahui beratnya setelah pelarut diuapkan atau tidak secara langsung dengan

menimbang sisa sampel yang tidak terekstraksi. Tujuan dari analisis kadar lemak adalah menentukan kadar lemak yang terdapat dalam ransum yang diberikan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

- **Kadar Karbohidrat (Winarno, 2002)**

Menurut Winarno (2002), ada beberapa cara analisis yang dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan karbohidrat dalam makanan. Cara yang paling mudah adalah cara perhitungan dasar (*proximate analysis*). Perhitungan dasar (*proximate analysis*) ini adalah suatu analisis dimana kandungan karbohidrat termasuk serat kasar bisa diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui suatu perhitungan sebagai berikut :

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - \%(\text{Protein} + \text{lemak} + \text{air} + \text{abu})$$

### 3.3.3.2 Kadar serat makanan (Sulaeman, *et al.*, 1993)

Sampel dihomogenkan menggunakan gilingan dan disaring dengan ukuran 0,3 mm. Dilakukan ekstraksi lemak menggunakan petroleum eter pada suhu kamar selama 15 menit (40 ml petroleum eter per gram sampel). 1 gram sampel ditimbang dan dimasukkan dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 25 ml 0,1 M buffer natrium sulfat pH 6 dan diaduk. Buffer ditambahkan ditujukan untuk menstabilkan enzim termamyl. Ditambahkan 0,1 ml enzim termamyl. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan diinkubasi dalam penangas air dengan suhu 100 °C selama 15 menit sambil diaduk sesekali dengan tujuan untuk menghidrolisa pati dengan menggelatinisasikan terlebih dahulu. Sampel diangkat dan setelah dingin ditambahkan 20 ml air destilata kemudian pH dijadikan 1,5 menggunakan HCl 4 N agar aktivitas enzim pepsin menjadi maksimum. Ditambahkan 100 mg pepsin, erlenmeyer ditutup dan diinkubasi dalam penangas air bergoyang pada suhu 42 °C selama 60 menit. Ditambahkan 20 ml air destilata dan atur pH menjadi 6,8 dengan menggunakan NaOH untuk mendapatkan

aktivitas maksimum dari pankreatin. Ditambahkan 100 mg pankreatin, erlenmeyer ditutup dan diinkubasi dalam penangas air bergoyang pada suhu 40 °C selama 60 menit. Diatur pH menjadi 4,5 menggunakan HCl. Disaring menggunakan crucible kering (porositas 2) yang telah diketahui beratnya mengandung 0,5 g celite kering. Terakhir dicuci dengan 2x10 ml air destilata.

#### 1. Metode *Insoluble dietary fiber* (IDF) (residu)

Cuci dengan 2 x 10 ml etanol 95% dan 2 x 10 ml aseton. Dikeringkan pada suhu 105°C sampai mencapai berat konstan (semalam). Timbang setelah didinginkan dalam desikator (D<sub>1</sub>). Pengabuan pada suhu 550°C minimal selama 5 jam. Ditimbang setelah didinginkan dalam desikator.

#### 2. Metode *Soluble dietary fiber* (SDF) (filtrat)

Atur volume filtrat menjadi 100 ml dengan air destilata kemudian ditambahkan 400 ml etanol 95% (60 °C). Biarkan mengendap selama 1 jam. Disaring menggunakan crucible (porositas 2) yang telah diketahui beratnya dengan mengandung 0,5 gram celite, dicuci dengan 2 x 10 ml etanol 78 %; 2 x 10 ml etanol 95%; 2 x 10 ml aseton. Dikeringkan pada suhu 105 °C selama semalam. Timbang setelah dikeringkan dalam desikator (D<sub>2</sub>). Pengabuan dalam tanur dilakukan pada suhu 550°C selama 5 jam. Timbang setelah didinginkan didalam desikator (I<sub>2</sub>).

Blangko untuk serat yang larut dan tidak larut diperoleh dengan cara seperti prosedur untuk sampel tetapi tanpa sampel (B<sub>1</sub> dan B<sub>2</sub>). Nilai blangko sewaktu-waktu harus dicek bila menggunakan enzim dari batch yang berbeda.

Perhitungan:

$$\%IDF = \frac{D1 - L1 - B1}{W} \times 100\%$$

$$\%SDF = \frac{D2 - L2 - B2}{W} \times 100\%$$

$$\%TDF = \%SDF + \%IDF$$

Keterangan : W = berat sampel (gram)

D = berat setelah pengeringan (gram)

I = berat setelah pengabuan (gram)

B = berat blangko bebas abu (gram)

### 3.3.3.3 Derajat deasetilasi

Analisa derajat deasetilasi ini menggunakan “Infrared Spectroscopic”. Sampel kitin disiapkan dalam bentuk cakram potasium bromid (KBr) dan film kitin. Cakram KBr disiapkan berdasarkan metode Sabnis dan Block (1997) yang telah dimodifikasi. Kurang lebih 40-60 mg bubuk chitosan dan 120 mg KBr dicampur dengan mortar selama 10 menit. Selanjutnya, diambil kurang lebih 40 mg dari campuran tersebut untuk dipadatkan dengan *IR hydraulic press* pada tekanan 8 ton selama 60 detik. Cakram tersebut dikondisikan di dalam desikator yang sebelumnya dioven pada suhu 80°C selama 16 jam sebelum analisa.

Film kitin disiapkan berdasarkan metode Baxter et al (1992) yang telah dimodifikasi. Film kitin disiapkan dengan mencampur 0,5 dan 1% w/v kitin dalam 1% larutan asam asetat, selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 12 jam. Setelah itu, kitin film dicuci 3-4 kali dengan methanolic ammonia dilanjutkan dengan air destilat dan methanol. Kitin film dikondisikan di dalam desikator yang sebelumnya dioven pada suhu 80°C selama 16 jam sebelum scanning.

Spektrum dari sampel chitosan didapat dengan menggunakan IR instrument dengan frekuensi 4000-400 cm. Derajat deasetilasi dari sampel kitin dapat dihitung dengan 2 baseline yang berbeda. Adapun perhitungannya seperti di bawah ini :

$$\% DD = 100 \left\{ \left( \frac{A_{165}}{A_{3450}} \right) \times 100 / 1,33 \right\} \dots \dots \dots \text{Baseline (a)}$$

### 3.3.3.4 Kadar Triglicerida Darah (Rifal, 1999)

Prinsip analisis triglicerida darah ini adalah dengan mencampurkan serum dengan larutan pereaksi dan diinkubasi pada suhu 20-25°C selama 20 menit atau suhu 37°C selama 10 menit dan diabsorbansi dengan triglicerida kit panjang gelombang 500 nm.

Metode yang digunakan adalah *Enzymatic Colorimetric Test* gliserol-3-fosfat-oksidas (GPO) menggunakan *Triglycerides kit* merek dagang *Diasys produksi Diasys Diagnostic System Gmbil & Co. KG Jerman*. Prinsip dari metode ini adalah menentukan triglicerida setelah dipisahkan secara enzimatik dengan lipoprotein lipase. Indikatornya adalah dengan adanya quinonimine yang dihasilkan dari 4-aminoantipirine dan 4-klorofenol oleh hidrogen peroksida dibawah pengaruh katalitik di bawah peroksida dihidrolisis secara enzimatik oleh enzim lipase khusus menjadi gliserol dan asam lemak. Gliserol kemudian bereaksi lebih lanjut menurut skema berikut:



Sampel yang digunakan adalah serum. Kestabilan triglicerida dapat disimpan pada suhu (2-8)<sup>0</sup>C selama 3 hari. Reagen yang digunakan meliputi Good's buffer pH 7.2, 4-klorofenol, ATP, Mg<sup>+</sup>, Gliserokinase (GK), Peroksidase (POD), Lipoprotein

lipase (LPL) 4-Aminoantipirine, Gliserol-3-fosfat-oksidadase (GPO). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10 µl serum dengan 1000 µl larutan pereaksi dan diinkubasi pada suhu (20-25) °C selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37 °C. Absorbansi sampel (As) dan standar (Ast) diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 500 nm.

Konsentrasi trigliserida dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

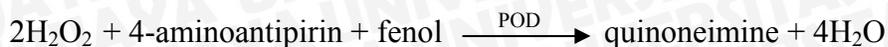
Δ A : Absorbansi

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

Faktor konversi : Trigliserida (mg/dl) x 0.01126 = Trigliserida (mg/dl)

### 3.3.3.5 Kadar kolesterol total dalam darah (Rifal, 1999)

Metode yang digunakan adalah *Enzymatic Colorimetric Test* CHOD-PAP menggunakan kolesterol kit dengan merek dagang *Diasys produksi Dyasys Diagnostic Systems GmbH & Co. KG* Jerman. Prinsip dari metode ini adalah dengan menentukan kolesterol setelah dihidrolisis enzimatik dan dioksidasi. Sebagai indikatornya adalah dengan terbentuknya aguinoneimine dari reaksi 4-aminoantopirin 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) °C selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37 °C. 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:

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

Δ A : Absorbansi

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

Faktor kalibrasi : Kolesterol (mg/dl) x 0.02586 = Kolesterol (mg/dl)

### 3.3.3.6 Kadar HDL dalam darah (Rifal, 1991)

Metode yang digunakan adalah “Presipitasi dari LDL, VLDL dan Chylomicrons” menggunakan *HDL Precipitant kit* dengan merek dagang *Diasys produksi Diasys Diagnostic Systems GmbH & Co. KG* Jerman. Prinsip dari metode ini yaitu mengendapkan chylomicrons, VLDL, dan LDL dengan cara menambahkan asam fosfotungstic 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 fosfotungstic sebanyak 0,55 mmol/l. 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) °C selama 10 menit atau 5 menit pada suhu 37 °C. Absorbansinya diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 500 nm dengan larutan blanko sebagai titik nolnya. Kadar HDL dapat dihitung dengan rumus (kalibrasi standar) sebagai berikut:

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

Δ A : Absorbansi

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

### 3.3.3.7 Kadar LDL dalam darah (Rifal, 1991)

Berdasarkan *Formula Friedewald* yang dipercaya bahwa hanya chylomicron yang tidak ada pada sampel dan konsentrasi trigliserida sebesar 400 mg/dl dan sampel menunjukkan tidak ada tanda dari hiperlipoproteinemia tipe 3. Adapun LDL kolesterol dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{LDL kolesterol (mg/dl)} = \text{Total Kolesterol} - \frac{\text{Trigliserida}}{5} - \text{HDL kolesterol}$$

$$\text{LDL kolesterol (mmol/l)} = \text{Total Kolesterol} - \frac{\text{Trigliserida}}{5} - \text{HDL kolesterol}$$

### 3.3.3.8 Kadar kolesterol dalam feses (Tranggono, 1992)

Tujuannya yaitu untuk mengetahui kadar kolesterol dalam feses tikus, karena lipid yang tidak terserap tubuh akan dibuang bersama dengan feses. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar kolesterol dalam feses adalah metode *Libermann-Burchard*. Prinsip dari metode ini adalah dengan menentukan kadar kolesterol setelah diekstraksi. Kemudian kolesterol bereaksi dengan campuran asetat anhidrat dan asam sulfat sehingga memberikan perubahan warna dari merah menjadi hijau kebiruan (Tarigan, 1983). Adapun prosedur analisis kolesterol dalam feses menurut Tranggono (1992), adalah sebagai berikut :

- Timbang 1 g feses atau digesta. Tambahkan 10 ml aseto-alkohol (1:1)
- Panaskan dalam air mendidih sambil digoyang, sampai mendidih.
- Dinginkan pada suhu kamar
- Larutan disaring, dan filtratnya disentrifuge pada 2500 rpm, selama 15 menit
- Diupkan dalam water bath pada suhu 100<sup>0</sup>C sampai kering, kemudian didinginkan
- Larutkan dalam 3 ml asetat anhidrat-asam sulfat (30:1), dihomogenkan
- Tempatkan diruang gelap selama 5 menit, sehingga larutan berwarna hijau kebiruan. Buat pula larutan blanko. Diabsorbansi pada  $\lambda$  680 nm.

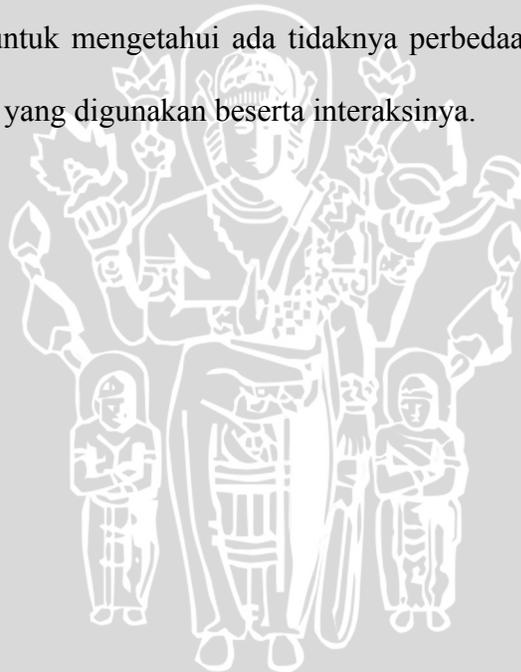
### 3.3.3.9 Jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus dan berat feses tikus

Prinsip pemberian ransum pakan adalah berdasarkan persentase berat badan tikus. Menurut Wasito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus. Ransum pakan diberikan pada tikus secara *ad libitum* (bebas makan). Jumlah ransum yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih ransum yang diberikan dengan sisa ransum yang dimakan oleh tikus yang diamati per 3 hari.

Untuk berat badan tikus dan berat feses dapat diketahui dengan menimbang tikus dan feses dengan menggunakan timbangan. Menimbang tikus, prinsipnya adalah tikus dipegang pada bagian dada, telunjuk dan ibu jari diletakkan dibawah rahang, masukkan ke dalam timbangan dan catat beratnya (Astuti, 1986). Berat badan tikus dihitung tiap 3 hari sekali.

### 3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dianalisis lebih lanjut dengan uji Tukey HSD (SPSS versi 11.50) yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang terjadi diantara faktor perlakuan dengan yang digunakan beserta interaksinya.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Kitin Udang (*Penaeus monodon*)

Kitin merupakan biopolimer terbanyak kedua di alam setelah selulosa dan memiliki kombinasi sifat-sifat khas seperti bioaktivitas, biodegradabilitas dan sifat liat, sehingga merupakan jenis polimer yang menarik dan dapat dimanfaatkan diberbagai bidang (Suhardi, 1993).

Kitin terbentuk kristal berwarna putih, tidak larut dalam air, alkohol, asam encer dan larut alkali pada berbagai kepekatan. Tetapi larut dalam asam-asam kuat, flouralkohol dan N-N- dimetil asetomido dalam lithium klorida. Sifat kelarutan, berat molekul, kelengkapan gugus asetil dari kitin berbeda-beda menurut sumber bahan dan metode isolasi yang diterapkan (Back and Cadwallader, 1995). Hasil Analisa Karakteristik kitin udang yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Kitin Udang Windu(*Peaneus monodon*)

Jenis Analisa	Hasil Analisa	Standart Internasional Protan Laboratories Inc
Kadar Protein	8,58 (%)	-
Kadar Air	5,46 (%)	≤10.0
Kadar Abu	0,09 (%)	≤ 2.0
Kadar Lemak	1,35 (%)	-
Kadar Karbohidrat ( <i>by diferent</i> )	84,52 (%)	-
Derajat deasetilasi	65 (%)	≥15.0
Serat Makanan :		-
- Serat makanan tak larut	71,72 (%)	
- Serat makanan larut	0,11 (%)	
Total Serat Makanan	71,84 (%)	

Pada penelitian ini dilakukan analisis proksimat dari tepung kitin udang untuk mengetahui standart mutu (kualitas) dari tepung kitin udang yang diberikan sebagai serat

makanan alami penurun kolesterol. Dari hasil analisa proksimat, dapat diketahui bahwa kitin udang yang dihasilkan sudah memenuhi standart internasional.

Kadar air kitin udang menurut standar internasional yaitu sekitar  $\leq 10\%$  sedangkan kadar air kitin hasil penelitian yaitu 5,46 %. Hal ini menunjukkan proses pengeringan dalam proses pembuatan kitin, yaitu pengeringan dengan suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama 12 jam dan penyimpanan kitin telah dilakukan dengan baik sehingga kadar air kitin memenuhi standart. Pengemasan yang baik dapat mempengaruhi kualitas dari kitin yang dihasilkan dari suatu proses karena kitin terpengaruh oleh kadar air dari lingkungan. Menurut Suhardi (1993), kadar air dari kitin tergantung dari proses pengeringan dan pengemasannya, sebab kitin bersifat higroskopis, sehingga kadar airnya tergantung dari kadar air lingkungannya.

Kadar abu kitin udang memenuhi standar internasional kitin udang untuk kadar abu. Kadar abu kitin udang yang dihasilkan yaitu sebesar 0.09% dan standar internasional kadar abu kitin udang  $\leq 2\%$ . Dalam proses demineralisasi ini digunakan HCl 1N dengan perbandingan 1:10 dan dipanaskan pada suhu  $60-65^{\circ}$  selama 1 jam. Proses ini berhasil menghilangkan kandungan mineral dari cangkang udang sampai tersisa sekitar 0.10% dari total komposisi karapaks udang yang terdiri dari 22-27% protein, 15-30% kalsium karbonat dan 42-57% kitin (Mekawati *et al*, 2000)

Kadar protein kitin udang yang dihasilkan yaitu 8,58 % sedangkan standart internasional kadar protein yaitu tidak tercantum jumlah kadar protein dalam kitin udang. Proses penghilangan protein dalam pembuatan kitin udang yang digunakan untuk menurunkan kadar kolesterol ini dengan menggunakan NaOH 3.5% dan dipanaskan pada suhu  $60-65^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Proses ini menghilangkan protein yang terkandung dalam karapaks udang sampai mencapai 8,58%. Proses deproteinasi karapaks udang

yang dilakukan telah menghilangkan kandungan protein sebesar  $\pm 23-28\%$  dari jumlah protein yang terdapat dalam karapaks udang.

Kadar lemak kitin udang yang dihasilkan senilai 1,35% dan kadar karbohidrat *by different* diperoleh senilai 84,52% keduanya kadar lemak dan kadar karbohidrat *by different* belum tercantum dalam standar internasional.

Derajat deasetilasi kitin udang yang dihasilkan sebesar 65%, sedangkan standart internasional yang ada  $\geq 15\%$  jadi derajat deasetilasi kitin udang yang dihasilkan sudah memenuhi standart. Derajat deasetilasi ini merupakan salah satu indikator kemurnian kitin.

Berdasarkan analisa serat makanan yang dilakukan diperoleh nilai serat makanan tak larut sebesar 71.72 %, serat makanan larut 0.11 %, dan total serat makanan 71.84 %. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa dalam kitin udang yang digunakan sebagai bahan untuk menurunkan kadar kolesterol mengandung serat yang tinggi dengan rincian serat tak larut jauh lebih besar dari pada serat larut. Tingginya serat makanan dari kitin ini disebabkan karena kitin merupakan senyawa polisakarida yang dibuat dari proses deproteinasi dan demineralisasi, dimana kitin merupakan senyawa polisakarida penyusun kerangka crustacean yang secara strktural mirip dengan selulosa. Menurut Winarno (2002), *dietary fiber* pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida. Kitin adalah salah satu dari polisakarida di dalam unit dasar suatu gula animo. Polisakarida ini adalah suatu struktural unsur yang memberikan kekuatan mekanik organisme. Kitin terdiri dari sebuah rantai panjang dari N-acetylglukosamine (Pasaribu, 2008).

Dari data analisa serat makanan dari sampel kitin diketahui bahwa kandungan serat tak larut jauh lebih besar dari pada serat larut. Hal ini menunjukkan bahwa kitin

lebih banyak bersifat *dietary fiber* ataupun *crude fiber* (serat kasar). Hal ini terjadi karena dalam analisa ini dilakukan dengan metode enzimatis, sehingga serat yang terlarut merupakan serat yang larut dalam enzim pencernaan. Serat tak larut ini dapat berupa serat kasar ataupun *dietary fiber*, dimana *dietary fiber* merupakan komponen dari jaringan, tidak tercerna dan tahan terhadap hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus (Winarno, 2002). Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$  1.25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1.25%). Serat makanan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Piliang dan Djojosoebagio (2002), mengemukakan bahwa yang dimaksudkan dengan serat kasar ialah sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam kuat dan basa kuat selama 30 menit yang dilakukan di laboratorium. Kemungkinan adanya bagian serat kasar karena dalam proses pembuatan kitin ini melalui proses ekstraksi dengan asam kuat. Menurut Rismana (2002), Umumnya kitin diisolasi melalui rangkaian proses produksi. Pertama, demineralisasi atau proses penghilangan mineral menggunakan asam (HCl). Kedua, deproteinasi atau proses penghilangan protein menggunakan basa (NaOH). Menurut Mahata M.E *et al* (2008) menyebutkan hasil proksimat dari limbah udang memiliki serat kasar sebesar 26,89%.

#### 4.2 Komposisi Gizi Ransum Standar dan Perlakuan

Disamping analisis proksimat terhadap tepung kitin udang, juga dilakukan analisis proksimat pada ransum pakan tikus, baik itu ransum standar, ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Tujuannya adalah untuk mengetahui jumlah komposisi gizi yang

terdapat dalam setiap ransum pakan yang berfungsi sebagai zat nutrisi (protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral) dan juga untuk menunjang percepatan proses penurunan kadar lipid darah dalam kondisi berlebih. Hasil analisis proksimat ransum pakan tikus dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Komposisi gizi ransum standar, berkolesterol dan perlakuan (%)

Sampel	Kadar (%)				
	Protein	Lemak	Air	Abu	Karbohidrat <i>by diferent</i>
1. Ransum Standart	20.91	4.21	6.60	3.87	62.49
2. Ransum Hiperlipid	20.31	24.10	9.10	5.03	40.95
3. Ransum Oral 2,5%	20.85	4.30	6.43	5.00	62.36
4. Ransum Oral 5,0%	20.07	4.30	6.45	5.27	61.41
5. Ransum Oral 7,5%	20.16	4.39	6.31	5.57	62.68
6. Ransum Parenteral 2,5%	20.05	4.30	6.34	3.76	59.06
7. Ransum Parenteral 5,0%	20.08	4.29	6.56	3.99	61.82
8. Ransum Parenteral 7,5%	20.37	4.29	5.79	4.16	65.05

Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa proporsi zat gizi yang dibutuhkan oleh tikus telah sesuai dengan standar *National Research Council* (NRC). Pada ransum standart, kandungan karbohidrat lebih tinggi daripada ransum perlakuan dan berkolesterol. Hal ini disebabkan pada ransum standart tidak terjadi pengurangan jumlah tepung maizena akibat penambahan bahan perlakuan sehingga komposisi kadar karbohidrat jumlahnya lebih besar. Ransum berkolesterol, kandungan lemak lebih tinggi dibandingkan ransum standar dan ransum perlakuan. Hal ini terjadi akibat adanya penambahan lemak sapi jenuh pada ransum berkolesterol sedangkan pada ransum standart dan perlakuan tidak dilakukan penambahan lemak sapi jenuh. Penambahan lemak sapi jenuh ini bertujuan untuk meningkatkan kadar lipid dalam darah, sehingga tikus dalam kondisi *hiperlipidemia*.

Lemak jenuh merupakan lemak yang mengandung asam lemak jenuh dan apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebihan akan dapat meningkatkan kolesterol darah (Anonymous, 2003<sup>a</sup>). Ditambahkan oleh Guyton (1993), bahwa diet lemak jenuh dapat meningkatkan konsentrasi kolesterol darah sebanyak 15-25%.

#### 4.3 Pengkondisian Tikus *Hiperlipidemia*

Peningkatan kadar kolesterol darah tikus dilakukan melalui pemberian ransum berkolesterol selama 6 hari. Menurut Kasim (2004), tikus akan mengalami kondisi *hiperlipidemia* setelah mengkonsumsi ransum yang mengandung lemak sapi jenuh 20% selama 6 hari. Lemak sapi jenuh mempunyai kadar lemak sebesar 98,62% dan kadar kolesterol sebesar 95 mg/100g. Diet tinggi lemak, khususnya yang banyak mengandung kolesterol dan lemak jenuh, umumnya dapat menambah kadar kolesterol dalam darah sehingga dapat meningkatkan kemungkinan seseorang *atherosklerosis* (Sargowo, 1997).

Pada penelitian ini, setelah mengkonsumsi ransum berkolesterol selama 6 hari, nilai kadar kolesterol darah tikus pada hari ke-6 berkisar antara  $233.06 \pm 12.306$  mg/dl. Dari nilai ini maka dapat diketahui bahwa tikus mengalami *hiperlipidemia*. Menurut Kritchevsky (1964), kadar kolesterol darah tikus dalam kondisi normal berkisar antara (50-140) mg/dl. Sedangkan pada manusia kadar kolesterol dalam darah pada keadaan normal adalah kurang dari 200 mg/dl dan di atas 200 mg/dl sudah tergolong *hiperlipidemia* (Kaptiningsih, 1990). Berdasarkan nilai tersebut, tikus pada kondisi *hiperlipidemia* mempunyai nilai kolesterol total hampir 2x dari nilai kolesterol pada kondisi normal.

#### 4.4 Pengaruh Metode Pemberian Terhadap Ransum Pakan yang Dikonsumsi, Berat Badan dan Feses Tikus Percobaan

##### 4.4.1 Ransum yang Dikonsumsi Tikus Percobaan

Ransum pakan yang dikonsumsi tikus percobaan adalah ransum perlakuan yang berbentuk pellet dan diberikan secara oral selama 18 hari. Tikus perlakuan oral, tepung kitin udang yang diberikan dicampur dalam ransum dan diberikan secara oral. Tikus perlakuan parenteral, tepung kitin udang diberikan secara parenteral dan ransum perlakuan diberikan secara oral. Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus dapat diketahui dengan menghitung selisih ransum yang diberikan dengan sisa ransum yang dimakan oleh tikus. Perhitungan jumlah ransum yang dikonsumsi tikus dihitung per 3 hari selama 18 hari. Data rerata jumlah ransum setiap 3 hari sekali selama 18 hari dapat dilihat pada Lampiran 5 dari data jumlah ransum yang dikonsumsi dibagi berat badan tikus kemudian dikalikan 100 g berat badan hal ini untuk menghomogenkan data dan untuk data jumlah ransum pakan yang dikonsumsi oleh tikus selama perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus selang per 3 hari (g/100 g berat badan/hari)

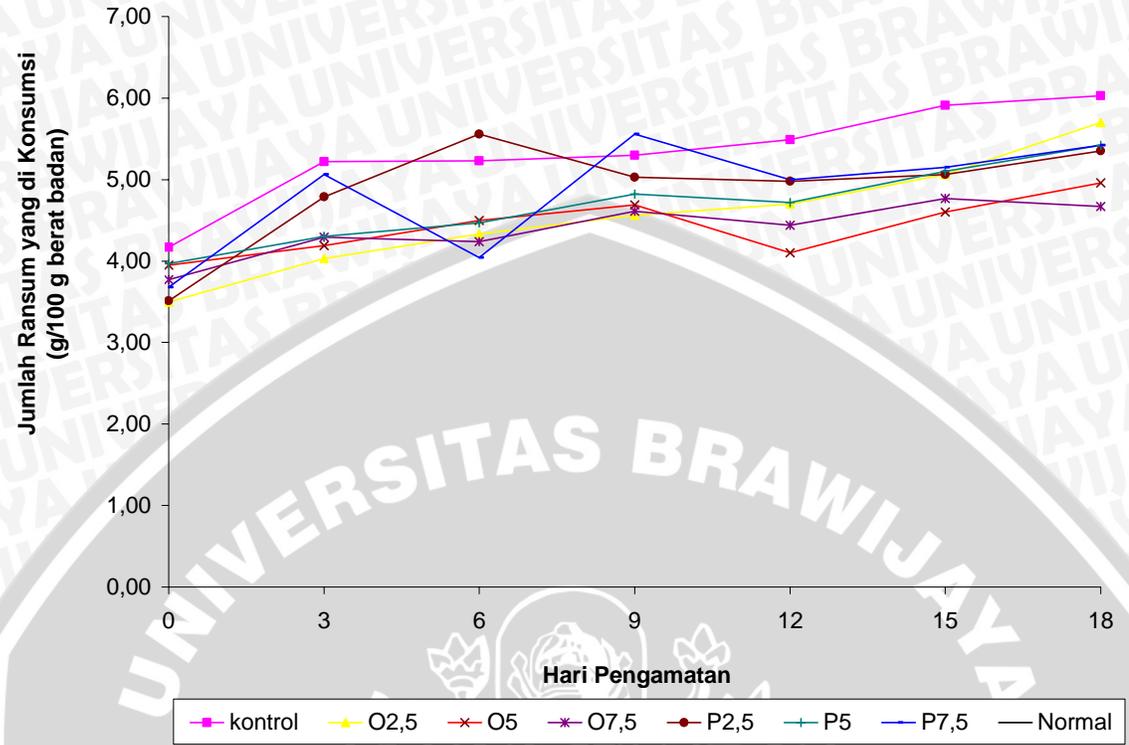
Metode Pemberian		Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Oral	0%	(4,17±0,68) <sup>a</sup>	(5,22±0,78) <sup>a</sup>	(5,23±0,75) <sup>a</sup>	(5,3±0,46) <sup>a</sup>	(5,49±0,3) <sup>b</sup>	(5,91±0,61) <sup>a</sup>	(6,03±0,5) <sup>a</sup>
	2,5%	(3,5±0,49) <sup>a</sup>	(4,03±0,39) <sup>a</sup>	(4,33±0,6) <sup>a</sup>	(4,56±0,38) <sup>a</sup>	(4,7±0,35) <sup>b</sup>	(5,06±1,1) <sup>a</sup>	(5,7±1,31) <sup>a</sup>
	5,0%	(3,95±0,62) <sup>a</sup>	(4,19±1,12) <sup>a</sup>	(4,5±0,93) <sup>a</sup>	(4,69±0,1) <sup>a</sup>	(4,1±0,5) <sup>a</sup>	(4,6±0,19) <sup>a</sup>	(4,96±0,16) <sup>a</sup>
	7,5%	(3,77±1,0) <sup>a</sup>	(4,29±0,51) <sup>a</sup>	(4,24±0,63) <sup>a</sup>	(4,61±0,46) <sup>a</sup>	(4,44±0,44) <sup>b</sup>	(4,77±0,6) <sup>a</sup>	(4,67±0,47) <sup>a</sup>
Parenteral	0%	(4,17±0,68) <sup>a</sup>	(5,22±0,78) <sup>a</sup>	(5,23±0,75) <sup>a</sup>	(5,3±0,46) <sup>a</sup>	(5,49±0,3) <sup>b</sup>	(5,91±0,61) <sup>a</sup>	(6,03±0,5) <sup>a</sup>
	2,5%	(3,51±0,98) <sup>a</sup>	(4,79±0,56) <sup>a</sup>	(5,56±0,35) <sup>a</sup>	(5,03±0,78) <sup>a</sup>	(4,98±0,37) <sup>b</sup>	(5,06±0,17) <sup>a</sup>	(5,35±0,14) <sup>a</sup>
	5,0%	(3,97±1,13) <sup>a</sup>	(4,3±0,48) <sup>a</sup>	(4,47±0,21) <sup>a</sup>	(4,82±1,0) <sup>a</sup>	(4,72±0,71) <sup>b</sup>	(5,1±0,64) <sup>a</sup>	(5,42±0,65) <sup>a</sup>
	7,5%	(3,68±0,42) <sup>a</sup>	(5,06±0,68) <sup>a</sup>	(4,04±0,58) <sup>a</sup>	(5,56±0,45) <sup>a</sup>	(5,0±0,29) <sup>b</sup>	(5,15±0,4) <sup>a</sup>	(5,42±0,25) <sup>a</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan bahwa kedua rata-rata berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  0,05%. Perbandingan berlaku pada kolom yang sama

Berdasarkan Tabel 8, terlihat bahwa keseluruhan jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus cukup tinggi. Menurut NRC (1978), rata-rata jumlah konsumsi untuk tikus (*Rattus norvegicus*) setiap harinya adalah 10-15 g. Sedangkan menurut Warsito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus, dimana berat badan tikus berkisar antara 195,6-235,2 g yaitu sekitar 9,78-11,76 g. Berdasarkan data tersebut dapat dinyatakan bahwa data hasil penelitian sebagian besar masih sesuai dengan literatur.

Dari analisis statistik (Lampiran 6) menunjukkan bahwa proses pemberian tepung kitin udang berpengaruh terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus, sedangkan konsentrasi pemberian tepung kitin udang tidak berpengaruh terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus. Tidak terjadi interaksi antara proses pemberian secara oral atau parenteral dengan konsentrasi pemberian tepung kitin udang terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus. Dari hasil uji t pada hari pengamatan, menunjukkan bahwa jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus tidak beda nyata. Hal ini berarti bahwa jumlah ransum yang dikonsumsi hampir sama antara tikus kontrol dengan tikus perlakuan, jadi pemberian ransum baik secara oral atau parenteral tidak mempengaruhi tingkat konsumsi tikus. Jumlah pakan yang dikonsumsi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengaruh konsumsi kitin udang dengan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah konsumsi pakan pada tikus.

Pada Gambar 10, dapat dilihat fluktuasi jumlah ransum yang dikonsumsi tikus tiap perlakuan dengan konsentrasi berbeda. Pada hari ke-0 sampai ke-18 tikus mengalami peningkatan jumlah konsumsi pakan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ransum dengan tepung kitin tidak mempengaruhi tingkat konsumsi tikus karena kondisi tikus yang hiperlipidemia membutuhkan serat untuk menurunkan tingkat hiperlipidemia tersebut. Pada tikus perlakuan kontrol, jumlah konsumsi ransum mulai hari ke-0 hingga akhir penelitian cenderung meningkat dan stabil. Hal ini kemungkinan disebabkan karena tikus kontrol tidak diberikan makanan tambahan selain ransum standar seperti tikus perlakuan. Ketika kondisi tikus yang tidak nyaman akibat hiperlipidemia, tikus akan memakan ransum yang diberikan untuk mengembalikan kondisi tubuhnya.

Pada tikus perlakuan 2,5%, 5,0%, 7,5% jumlah konsumsi ransum pada hari ke-0 sampai hari ke-18 baik secara oral atau parenteral cenderung meningkat. Meskipun pemberian tepung kitin secara parenteral bersifat mengenyangkan tetapi tikus cenderung untuk banyak makan. Hal ini kemungkinan disebabkan kemampuan tikus untuk berusaha menurunkan kondisi yang tidak nyaman akibat hiperlipidemia yaitu dengan meningkatkan jumlah ransum yang dimakannya.

Pada tikus perlakuan oral 2,5%, terjadi peningkatan jumlah konsumsi pakan hingga akhir penelitian. Sedangkan pada perlakuan parenteral 2,5%, terjadi peningkatan jumlah konsumsi pakan pada hari ke-3 dan hari ke-6 mengalami peningkatan namun setelah hari ke-6 mengalami penurunan dan pada hari ke-9 sampai hari ke-12 mengalami peningkatan yang stabil hingga akhir penelitian. Pada perlakuan Oral dan Parenteral, hal ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan pemberian antara yang dicampur ke dalam ransum (oral) dengan perlakuan cekok (parenteral) mempengaruhi tingkat konsumsi ransum dimana dengan perlakuan oral tepung kitin lebih disukai karena kondisi lambung tikus dalam keadaan kosong. Begitupun pada tikus perlakuan oral 5%, terjadi peningkatan jumlah konsumsi pakan hingga akhir penelitian. Sedangkan pada perlakuan parenteral 5,0% tingkat konsumsi tikus pada hari ke-3 sampai hari ke-9 mengalami peningkatan dan penurunan pada hari ke-12, setelah hari ke-15 cenderung meningkat kembali hingga hari ke-18. Pada tikus perlakuan oral 7,5% jumlah konsumsi ransum hari ke-3 mengalami peningkatan pada hari ke-6 mengalami penurunan dan pada hari ke-9 mengalami peningkatan hingga akhir penelitian. Sedangkan pada perlakuan parenteral 7,5%, terjadi peningkatan dan penurunan jumlah konsumsi pakan pada hari ke-3 sampai hari ke-9 sedangkan pada hari ke-12 mengalami peningkatan hingga akhir penelitian. Kemampuan larutan tepung kitin yang diberikan secara parenteral pada

konsentrasi 7,5% yang kandungan seratnya banyak sehingga beradaptasi tetapi pada hari ke-12 tikus sudah dapat beradaptasi sehingga konsumsi ransumnya mengalami peningkatan hingga akhir penelitian. Perbedaan pemberian kitin secara oral dan parenteral dalam mengenyangkan menyebabkan perbedaan pada jumlah ransum yang dikonsumsi oleh tikus. Pada tikus perlakuan parenteral 7,5% yang lebih mengenyangkan menyebabkan tikus semakin hari semakin mengurangi tingkat konsumsinya terhadap ransum perlakuan. Sedangkan pada tikus perlakuan parenteral, cenderung meningkatkan konsumsi ransumnya karena sifat fisik kimia larutan menyebabkan larutan kurang mengenyangkan. Menurut Pilliang dan Djojosebagio (1996), konsumsi serat makanan menyebabkan rasa kenyang akibat memakan kompleks karbohidrat yang menyebabkan menurunnya selera makan dan akhirnya menurunkan konsumsi makan. Ditambahkan oleh Olson, *et al.*, (1987), bahwa rasa kenyang merupakan efek yang ditimbulkan oleh serat. Fungsi utama serat dalam kedudukannya sebagai komponen makanan adalah meningkatkan kebutuhan untuk mengunyah dan karena serat tidak bisa dicerna oleh enzim-enzim dalam tubuh manusia, maka serat akan masuk ke dalam kolon dalam keadaan utuh. Dalam keadaan utuh, serat membutuhkan tempat yang lebih luas, sehingga memberikan rasa kenyang.

Berdasarkan hasil uji t pada proses pemberian secara oral dan parenteral jumlah ransum pakan yang dikonsumsi oleh tikus kontrol tidak berbeda nyata dengan tikus perlakuan yang diberi tepung kitin baik secara oral maupun parenteral, tetapi menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tikus perlakuan yang diberi tepung kitin secara parenteral konsentrasi 5,0% pada hari ke-12. Jumlah ransum yang dikonsumsi oleh tikus perlakuan secara oral tidak berbeda nyata dengan tikus perlakuan secara parenteral yang sama-sama diberi tepung kitin.

Menurut Joseph (2002), mengkonsumsi serat yang semakin tinggi akan memberikan rasa kenyang karena komposisi karbohidrat kompleks yang menghentikan nafsu makan sehingga mengakibatkan turunnya konsumsi makanan. Ditambahkan oleh Ranakusuma (1990), dengan konsumsi serat yang tinggi maka akan semakin banyak dan sering mensekresi saliva dan asam lambung yang mengakibatkan penggembungan lambung dan pada akhirnya menyebabkan rasa kenyang.

#### 4.4.2 Berat Badan Tikus Percobaan

Pengukuran berat badan tikus dilakukan untuk mengetahui berat badan tikus setelah diberi ransum perlakuan secara *ad libitum*. Cara menimbang tikus pada prinsipnya adalah tikus dipegang pada bagian dada, telunjuk, dan ibu jari diletakkan dibawah rahang kemudian tikus dimasukkan dalam timbangan dan catat beratnya. Berat badan tikus diukur setiap 3 hari selama 18 hari dan dilakukan sebelum pemberian ransum pakan Berat badan diukur untuk mengetahui apakah pemberian kitin secara oral dan parenteral sebagai sumber serat mampu menimbulkan pengaruh terhadap berat badan tikus. Sebelum dilakukan analisis statistik, berat badan awal tikus yang bervariasi diuji homogenitasnya untuk mengetahui beda atau tidaknya berat badan tikus. Uji homogenitas ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa terjadinya penurunan kadar lipid darah pada tikus tidak dipengaruhi oleh berat badan awal yang berbeda-beda tetapi dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Pada Tabel 9 dapat dilihat berat badan hari ke-0 yang menunjukkan berat badan pada perlakuan oral dan parenteral tidak berbeda. Data rerata berat badan tikus dapat dilihat pada Lampiran 7. Untuk lebih jelasnya data berat badan tikus terdapat pada Tabel 9.

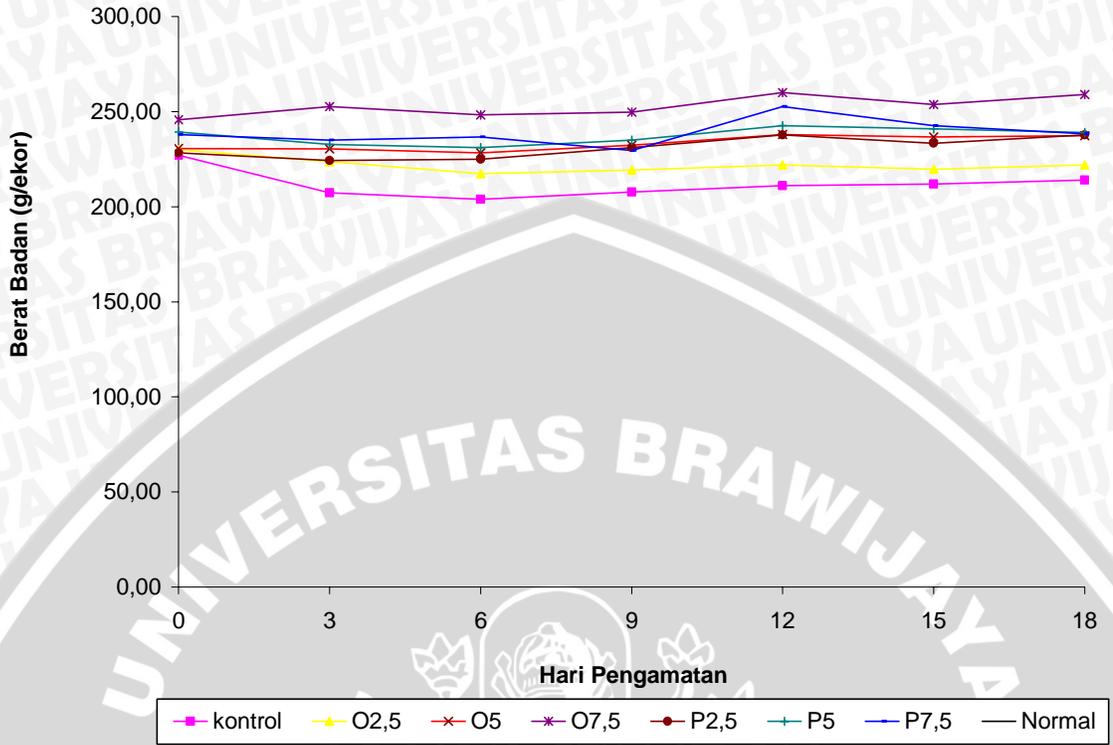
Tabel 9. Berat badan tikus selang per 3 hari (g/ekor tikus/ 3 hari)

Metode Pemberian		Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Oral	0,0%	(227,00±6,08) <sup>a</sup>	(207,33±7,37) <sup>a</sup>	(204,00±12,16) <sup>a</sup>	(207,66±13,05) <sup>a</sup>	(211,00±14,73) <sup>a</sup>	(212,00±13,45) <sup>a</sup>	(214,00±14,42) <sup>a</sup>
	2,5%	(230,00±26,22) <sup>a</sup>	(223,66±30,02) <sup>a</sup>	(217,33±37,07) <sup>a</sup>	(219,33±40,41) <sup>a</sup>	(222,00±33,77) <sup>a</sup>	(219,66±38,27) <sup>a</sup>	(222,00±36,37) <sup>a</sup>
	5,0%	(230,66±11,71) <sup>a</sup>	(230,33±11,84) <sup>a</sup>	(228,33±9,71) <sup>a</sup>	(232,33±6,80) <sup>b</sup>	(238,00±6,24) <sup>b</sup>	(236,66±6,80) <sup>b</sup>	(237,33±6,65) <sup>a</sup>
	7,5%	(245,66±34,93) <sup>a</sup>	(252,66±32,14) <sup>a</sup>	(248,33±28,74) <sup>a</sup>	(249,66±27,75) <sup>a</sup>	(260,00±28,16) <sup>a</sup>	(253,66±26,85) <sup>a</sup>	(259,00±28,16) <sup>a</sup>
Parenteral	0,0%	(227,00±6,08) <sup>a</sup>	(207,33±7,37) <sup>a</sup>	(204,00±12,16) <sup>a</sup>	(207,66±13,05) <sup>a</sup>	(211,00±14,73) <sup>a</sup>	(212,00±13,45) <sup>a</sup>	(214,00±14,42) <sup>a</sup>
	2,5%	(228,33±11,93) <sup>a</sup>	(224,33±8,50) <sup>a</sup>	(225,00±8,54) <sup>a</sup>	(231,00±9,53) <sup>a</sup>	(237,66±4,72) <sup>b</sup>	(233,33±5,68) <sup>a</sup>	(237,66±4,04) <sup>a</sup>
	5,0%	(239,33±23,86) <sup>a</sup>	(232,66±20,03) <sup>a</sup>	(231,00±19,31) <sup>a</sup>	(235,00±30,80) <sup>a</sup>	(242,66±28,53) <sup>a</sup>	(241,00±28,16) <sup>a</sup>	(239,00±28,35) <sup>a</sup>
	7,5%	(238,00±18,02) <sup>a</sup>	(235,00±21,28) <sup>a</sup>	(236,66±17,38) <sup>a</sup>	(229,66±20,10) <sup>a</sup>	(252,66±16,56) <sup>b</sup>	(242,66±21,36) <sup>a</sup>	(238,33±12,85) <sup>a</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan bahwa kedua rata-rata berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  0,05%. Perbandingan berlaku pada kolom yang sama

Dari Tabel 9 diatas terlihat rerata berat badan tikus ada yang mengalami penurunan pada hari ke-3, hal ini dikarenakan tikus masih beradaptasi dengan ransum perlakuan yang diberikan tetapi pada hari ke-6 berat badan tikus semakin naik sampai hari ke-18. Dari hasil analisis statistik uji t berat badan (Lampiran 8) menunjukkan bahwa pada hari ke-0, berat badan tikus percobaan tidak beda nyata. Sehingga terdapat interaksi antara bentuk dan konsentrasi pemberian tepung kitin. Dari hasil uji t, berat badan tikus pada bentuk parenteral 7,5 %, 5,0%, 2,5% dan Oral 7,5% berbeda nyata dengan kontrol 0,0% ( $p < 0,05$ ). Tetapi antara perlakuan oral 5,0% dan 2,5 % dengan perlakuan kontrol 0% tidak terdapat pengaruh nyata. Hal ini kemungkinan karena adanya sifat fisika kimia antara kontrol dengan perlakuan secara oral tepung kitin serta karena penambahan konsentrasi secara oral 2,5% dan oral 5,0% yang tidak begitu besar sehingga pengaruhnya terhadap berat badan tikus juga tidak begitu nyata. Gambar 11. dibawah ini menunjukkan grafik pengaruh konsumsi kitin terhadap berat badan tikus.



Gambar 11. Grafik pengaruh konsumsi tepung kitin dengan konsentrasi yang berbeda terhadap berat badan tikus.

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat bahwa rata-rata semua tikus perlakuan mengalami kenaikan berat badan kecuali tikus kontrol stabil. Berat badan tikus terendah terdapat pada perlakuan tikus yang diberi tepung kitin secara oral 5,0% dan 2,5%. Pada hari ke-3 sampai hari ke-9 rata-rata tikus mengalami penurunan berat badan ini akibat dari tikus masih beradaptasi dengan ransum yang diberikan oral dan parenteral. Setelah hari ke-12 sampai ke-18 tikus mulai mengalami kenaikan berat badan. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kondisi tikus yang mulai menyesuaikan diri dengan perlakuan secara oral dan parenteral tepung kitin yang diberikan. Dengan adanya serat yang terdapat pada perlakuan oral atau parenteral kitin, kadar lipid tikus yang tinggi berangsur-angsur menurun sehingga menyebabkan tubuh tikus mampu menerima

nutrisi-nutrisi dari ransum yang dimakan sehingga berat badan tikus menjadi naik secara perlahan.

Menurut Schreck dan Moyle (1990), laju pertumbuhan relatif (LPR) berat badan tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{LPR (g/hari)} = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1(t_2 - t_1)}$$

Ket :  $Y_2$  = Berat badan pada hari ke-x

$Y_1$  = Berat badan pada hari sebelumnya

$t_2$  = Hari ke-x

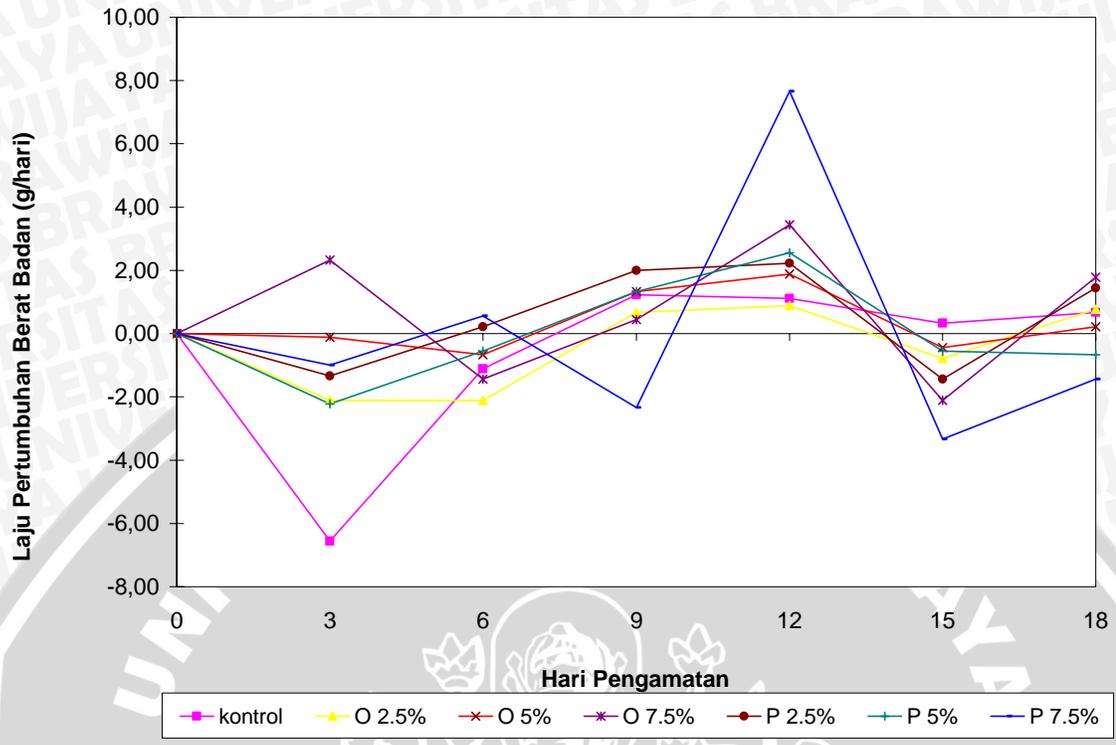
$t_1$  = Hari sebelumnya

Laju pertumbuhan berat badan tikus disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Laju pertumbuhan berat badan tikus wistar (gram/hari)

Hari	Kontrol	Oral			Parenteral		
		2,5%	5,0%	7,5%	2,5%	5,0%	7,5%
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-6,56	-2,11	-0,11	2,33	-1,33	-2,22	-1,00
6	-1,11	-2,11	-0,67	-1,44	0,22	-0,56	0,56
9	1,22	0,67	1,33	0,44	2,00	1,33	-2,33
12	1,11	0,89	1,89	3,44	2,22	2,56	7,67
15	0,33	-0,78	-0,44	-2,11	-1,44	-0,56	-3,33
18	0,67	0,78	0,22	1,78	1,44	-0,67	-1,44

Dari tabel laju pertumbuhan diatas dapat dilihat adanya pertumbuhan yang bernilai negatif. Hal ini berarti terjadi penurunan berat badan pada tikus percobaan. Pada umumnya penurunan berat badan terjadi pada hari ke-3 namun ada juga yang mengalami penurunan berat badan pada hari ke-6 dan ke-9. Untuk hari selanjutnya tikus mengalami kenaikan berat badan sampai akhir penelitian. Lebih jelasnya laju pertumbuhan berat badan tikus percobaan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik pengaruh pemberian tepung kitin udang secara oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus percobaan

Laju pertumbuhan berat badan terlihat bahwa berat badan tikus secara umum mengalami kenaikan berat badan. Penurunan berat badan secara keseluruhan hanya terjadi pada hari ke-3 dan ke-6 karena kondisi tikus yang hiperlipidemia menyebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi menurun akibatnya berat badan turun. Kenaikan berat badan yang terjadi pada hari ke-12 hingga akhir penelitian mungkin disebabkan karena tikus mendapat asupan nutrisi dari ransum yang dimakan. Untuk hasil perhitungan laju yang ditunjang dengan grafik menunjukkan bahwa kondisi tiap tikus berbeda hal inilah yang menunjukkan adanya fluktuasi naik turunnya grafik pengaruh pemberian kitin dengan laju pertumbuhan berat badan tikus Menurut Muchtadi, *et al.*, (1992), bahwa karbohidrat, protein, dan lemak didalam tubuh akan 'dibakar' menjadi energi atau

tenaga. Makin banyak zat-zat gizi tersebut dikonsumsi maka makin banyak pula energi yang dihasilkan. Energi yang tidak terpakai (karena berlebih atau karena aktivitas fisik yang kurang) akan disimpan di dalam tubuh berupa timbunan-timbunan lemak sebagai cadangan energi. Timbunan lemak ini mampu meningkatkan berat badan.

#### 4.4.3 Feses Tikus Percobaan

Penghitungan jumlah feses tikus percobaan dilakukan untuk mengetahui peranan serat tepung kitin terhadap banyaknya feses yang dikeluarkan oleh tikus. Feses tikus ditimbang tiap hari selama tikus diberi ransum perlakuan. Data rerata jumlah feses yang dikeluarkan tikus dapat dilihat pada Lampiran 9 dari data jumlah feses dibagi berat badan tikus kemudian dikalikan 100 g berat badan hal ini untuk menghomogenkan data. Untuk lebih jelasnya data jumlah feses yang dikeluarkan tikus terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rerata jumlah feses tikus selang perhari (g/100 g berat badan/hari)

Metode Pemberian		Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Oral	0,0 %	(0,53±0,13) <sup>a</sup>	(0,64±0,11) <sup>a</sup>	(0,57±0,13) <sup>a</sup>	(0,62±0,1) <sup>a</sup>	(0,49±0,12) <sup>a</sup>	(0,7±0,15) <sup>a</sup>	(0,87±0,2) <sup>b</sup>
	2,5 %	(1,74±0,32) <sup>b</sup>	(1,14±1,13) <sup>a</sup>	(0,56±0,23) <sup>a</sup>	(0,59±0,15) <sup>a</sup>	(0,86±0,23) <sup>a</sup>	(0,49±0,04) <sup>a</sup>	(0,19±0,2) <sup>a</sup>
	5,0 %	(1,52±0,41) <sup>b</sup>	(0,53±0,24) <sup>a</sup>	(0,48±0,1) <sup>a</sup>	(0,83±0,37) <sup>a</sup>	(0,41±0,37) <sup>a</sup>	(0,39±0,27) <sup>a</sup>	(0,24±0,22) <sup>a</sup>
	7,5 %	(0,95±0,59) <sup>a</sup>	(0,44±0,18) <sup>a</sup>	(0,33±0,22) <sup>a</sup>	(0,84±0,4) <sup>a</sup>	(0,61±0,27) <sup>a</sup>	(0,38±0,16) <sup>a</sup>	(0,34±0,2) <sup>a</sup>
Parenteral	0,0 %	(0,53±0,13) <sup>a</sup>	(0,64±0,11) <sup>a</sup>	(0,57±0,13) <sup>a</sup>	(0,62±0,1) <sup>a</sup>	(0,49±0,12) <sup>a</sup>	(0,7±0,15) <sup>a</sup>	(0,87±0,2) <sup>b</sup>
	2,5 %	(0,65±0,29) <sup>a</sup>	(0,59±0,14) <sup>a</sup>	(0,4±0,04) <sup>a</sup>	(0,6±0,19) <sup>a</sup>	(0,67±0,03) <sup>a</sup>	(0,63±0,11) <sup>a</sup>	(0,2±0,11) <sup>a</sup>
	5,0 %	(0,54±0,12) <sup>a</sup>	(0,52±0,21) <sup>a</sup>	(0,44±0,06) <sup>a</sup>	(0,38±0,09) <sup>a</sup>	(0,34±0,1) <sup>a</sup>	(0,42±0,09) <sup>a</sup>	(0,46±0,14) <sup>b</sup>
	7,5 %	(0,55±0,16) <sup>a</sup>	(0,41±0,11) <sup>a</sup>	(0,47±0,06) <sup>a</sup>	(0,45±0,04) <sup>a</sup>	(0,47±0,05) <sup>a</sup>	(0,39±0,11) <sup>a</sup>	(0,3±0,12) <sup>a</sup>

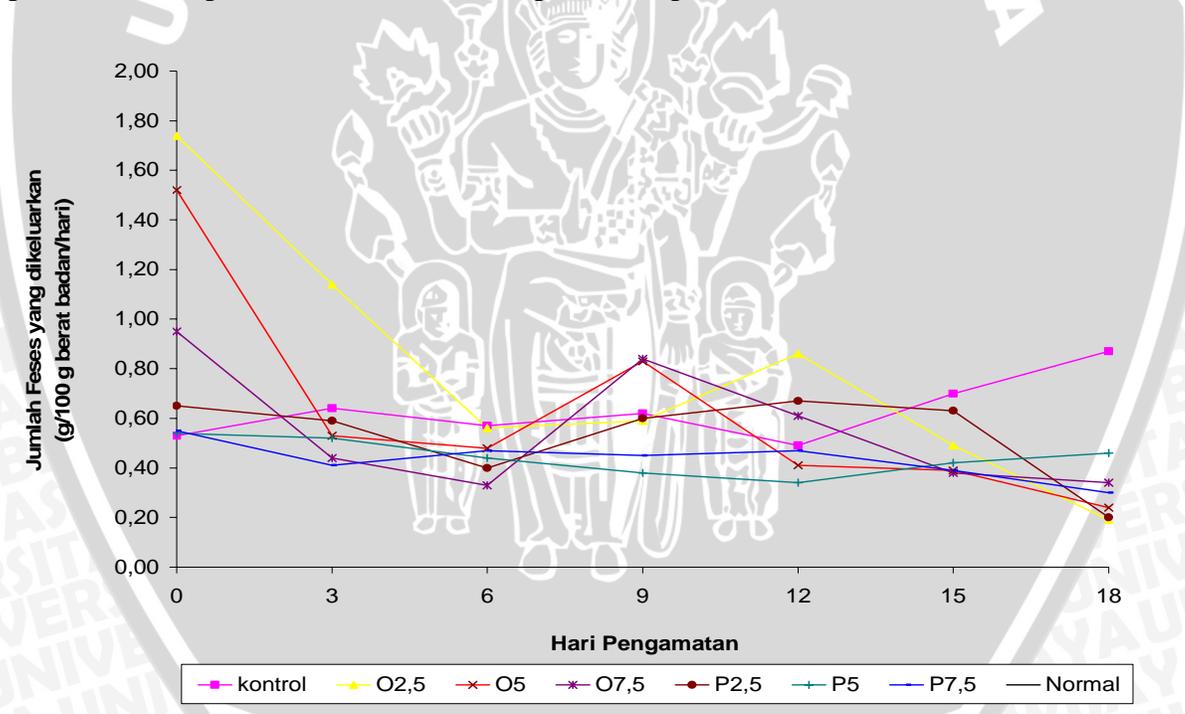
Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan bahwa kedua rata-rata berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  0,05%. Perbandingan berlaku pada kolom yang sama

Dari hasil analisa statistik uji t (Lampiran 10) secara umum tidak terdapat perbedaan jumlah feses yang dikeluarkan tikus perlakuan dengan tikus kontrol, kecuali pada tikus perlakuan oral dengan konsentrasi pemberian kitin 5,0% dan 7,5% serta tikus perlakuan parenteral dengan konsentrasi pemberian kitosan 2,5%. Pada tikus perlakuan

oral dengan konsentrasi pemberian kitin 5,0% dan 7,5% untuk hari ke-0, jumlah feses yang dikeluarkan berbeda nyata dengan jumlah feses yang dikeluarkan tikus kontrol. Begitu juga dengan tikus perlakuan parenteral dengan konsentrasi pemberian kitin 2,5% untuk hari ke-0 dan ke-3 berbeda nyata dengan jumlah feses yang dikeluarkan tikus kontrol. Hal ini bisa disebabkan kondisi individu tiap tikus yang berbeda dengan tingkat konsumsi yang rendah jadi berpengaruh pada jumlah feses yang dikeluarkan.

Secara umum tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara metode (oral dan parenteral) dan konsentrasi kitin udang yang diberikan terhadap jumlah feses yang dikeluarkan tikus percobaan. Adapun grafik jumlah feses yang dikeluarkan tikus percobaan setiap 3 hari selama 18 hari dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Grafik pengaruh lama pemberian ransum perlakuan terhadap jumlah feses yang dikeluarkan tikus (gram/ekor/hari)

Dilihat dari Gambar 13 terlihat bahwa terjadi fluktuasi jumlah feses yang dikeluarkan tikus tiap hari. Hal ini dikarenakan jumlah serat yang terkandung pada tepung kitin baik secara oral atau parenteral yang diberikan tidak berbeda jauh satu sama

lain sehingga jumlah feses yang dikeluarkan setiap harinya tidak berbeda nyata. Walaupun terdapat perbedaan sifat fisik antara pemberian secara oral atau parenteral tetapi kandungan serat antara keduanya tidak berbeda jauh. Serat walaupun tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan namun memiliki fungsi penting untuk menjaga kesehatan, pencegahan terhadap penyakit degeneratif dan sebagai komponen penting dalam terapi gizi. Serat dapat menjaga kadar air dalam saluran pencernaan, dapat memperlunak konsistensi tinja, sehingga mudah dikeluarkan dan membantu mengatasi susah buang air besar. Tanpa serat buang air besar menjadi tidak normal, ditandai dengan tinja/feses yang keras, kering sehingga buang air besar menjadi lama, susah, sering tidak tuntas, dan tidak tiap hari (Anonymous, 2007).

Jumlah feses yang dikeluarkan oleh tikus tidak dipengaruhi oleh bentuk perlakuan tepung kitin yang diberikan. Pada tikus perlakuan kontrol yang menggunakan ransum standart sebagai makanan utama, jumlah feses yang dikeluarkan oleh tikus juga tidak berbeda. Tetapi bila dilihat secara keseluruhan jumlah feses yang dikeluarkan oleh tikus pada bentuk oral perlakuan mempunyai nilai paling rendah dibandingkan bentuk parenteral (cekok) dan kontrol. Hal ini dikarenakan sifat fisik dari ransum oral dan parenteral yang berbeda. Perlakuan secara parenteral serat dapat terserap semua sehingga lebih mampu mengikat sisa-sisa pencernaan yang kemudian terbawa dalam feses mengakibatkan jumlah feses yang dikeluarkan oleh tikus yang diberi secara parenteral lebih banyak dibanding secara oral. Sedangkan secara oral kemampuan mengikat sisa-sisa pencernaan lebih kecil dibandingkan secara parenteral. Hal ini karena pemberian secara oral masih terdapat sisa ransum yang mengandung serat dari tepung kitin, sehingga berpengaruh dalam mengikat sisa-sisa pencernaan dan jumlah feses yang dikeluarkan oleh tikus. Pada tikus perlakuan kontrol jumlah feses yang dikeluarkan

cukup tinggi. Hal ini diduga peran serat CMC dalam ransum makanan mampu mempengaruhi jumlah feses yang dikeluarkan tikus.

Pada tabel 11 antara perlakuan konsentrasi 2,5%, 5,0%, 7,5% baik secara oral, parenteral dan kontrol tidak menunjukkan perbedaan. Tetapi dilihat dari perlakuan konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5%, tikus perlakuan konsentrasi 7,5% mempunyai jumlah feses yang dikeluarkan lebih banyak dibandingkan konsentrasi lain. Hal ini berarti dengan semakin meningkatnya konsentrasi tepung kitin yang diberikan jumlah feses yang dikeluarkan akan semakin banyak.

#### 4.5 Pengaruh Metode Pemberian Terhadap Kadar Kolesterol Total, Trigliserida, HDL, LDL dan Kadar Kolesterol Feses Tikus Percobaan

##### 4.5.1 Kadar Kolesterol Total

Kolesterol darah tikus dianalisis setiap 3 hari sekali selama 18 hari masa pemberian ransum perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsumsi kitin udang sebagai sumber serat terhadap kadar kolesterol darah tikus. Data nilai kolesterol darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 11. Untuk lebih jelasnya data rerata nilai kolesterol darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rerata nilai kolesterol darah tikus (mg/dl)

Hari	Kontrol	Oral			Parenteral		
		2,5%	5,0%	7,5%	2,5%	5,0%	7,5%
0	236,91±0,44	(243,4±0,85) <sup>cd</sup>	(248,28±0,75) <sup>bc</sup>	(246,8±0,73) <sup>abc</sup>	(237,91±0,76) <sup>abc</sup>	(244±0,71) <sup>ab</sup>	(251,29±0,65) <sup>a</sup>
3	233,94±0,55	(235,23±2,52) <sup>cd</sup>	(230,37±1,93) <sup>bc</sup>	(217,35±2,03) <sup>abc</sup>	(217,66±2,18) <sup>abc</sup>	(201,4±2,2) <sup>ab</sup>	(193,83±1,42) <sup>a</sup>
6	231,17±0,85	(213,63±1,69) <sup>cd</sup>	(206,8±1,06) <sup>bc</sup>	(200,59±0,96) <sup>abc</sup>	(192,88±0,86) <sup>abc</sup>	(187,03±1,44) <sup>ab</sup>	(167,61±1,97) <sup>a</sup>
9	229,68±0,54	(200,8±2,63) <sup>cd</sup>	(183,32±1,9) <sup>bc</sup>	(173,68±0,81) <sup>abc</sup>	(160,84±0,9) <sup>abc</sup>	(151,53±0,79) <sup>ab</sup>	(145,68±1,56) <sup>a</sup>
12	227,08±0,57	(188,64±1,34) <sup>cd</sup>	(174,7±0,91) <sup>bc</sup>	(151,64±1,03) <sup>abc</sup>	(153,44±0,51) <sup>abc</sup>	(134,43±1,11) <sup>ab</sup>	(123,03±0,62) <sup>a</sup>
15	227,52±0,94	(182,74±1,07) <sup>cd</sup>	(168,56±0,64) <sup>bc</sup>	(149,81±0,95) <sup>abc</sup>	(148,54±0,65) <sup>abc</sup>	(128,87±0,64) <sup>ab</sup>	(113,14±1,05) <sup>a</sup>
18	225,49±1,29	(166,37±1,22) <sup>cd</sup>	(159,25±0,34) <sup>bc</sup>	(145,2±1,38) <sup>abc</sup>	(142,89±1,15) <sup>abc</sup>	(120,8±1,16) <sup>ab</sup>	(107,46±0,09) <sup>a</sup>

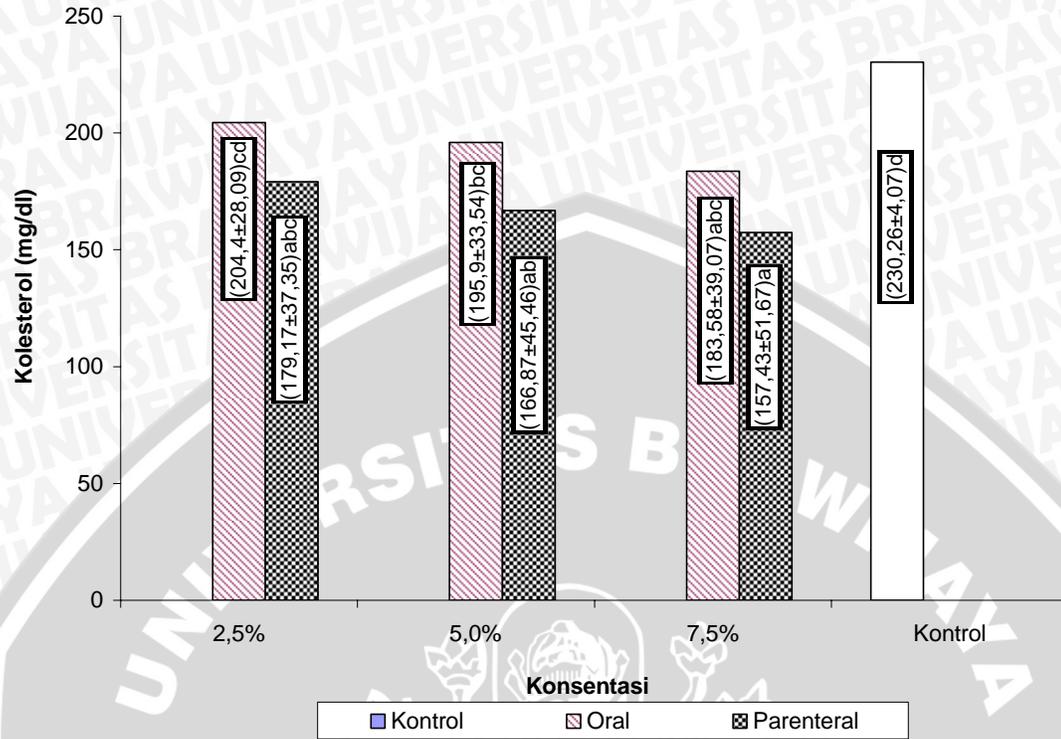
Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* menunjukkan bahwa notasi tingkat beda nyata pada  $\alpha$  5%. Perbandingan berlaku pada baris yang sama

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada tikus kontrol, kadar kolesterol dalam darah selama penelitian adalah stabil. Hal tersebut dikarenakan untuk tikus dengan perlakuan kontrol hanya mendapatkan serat dari CMC yang ada dalam ransum standar saja. Untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, kadar kolesterol darah selama penelitian terus mengalami penurunan yaitu O<sub>2,5</sub> dari 243,4±0,85 mg/dl menjadi 166,37±1,22 mg/dl pada hari ke 18, O<sub>5,0</sub> dari 248,28±0,75 mg/dl menjadi 159,25±0,34 mg/dl, O<sub>7,5</sub> dari 246,8±0,73 mg/dl menjadi 145,2±1,38 mg/dl, P<sub>2,5</sub> dari 237,91±0,76 mg/dl menjadi 142,89±1,15 mg/dl, P<sub>5,0</sub> dari 244±0,71 mg/dl menjadi 120,8±1,16 mg/dl dan P<sub>7,5</sub> dari 251,29±0,65 mg/dl menjadi 107,46±0,09 mg/dl pada hari ke 18.

Metode pemberian kitin udang secara parenteral dapat dikatakan lebih baik dibanding dengan secara oral jika dilihat dari penurunan kadar kolesterol darah. Hal ini terlihat pada grafik bahwa penurunan kadar kolesterol dalam darah dengan metode parenteral lebih rendah jika dibandingkan dengan metode oral. Hal ini dapat terjadi karena pada pemberian secara parenteral, kitin udang yang diberikan dapat masuk seluruhnya ke dalam pencernaan tikus percobaan. Hal berbeda terjadi pada pemberian kitin udang secara oral. Hal ini dikarenakan pada metode oral, kitin udang yang diberikan dicampur ke dalam ransum sehingga tidak semua dapat masuk ke dalam pencernaan tikus percobaan.

Adapun pengaruh metode pemberian dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kadar kolesterol dapat dilihat pada Gambar 14.



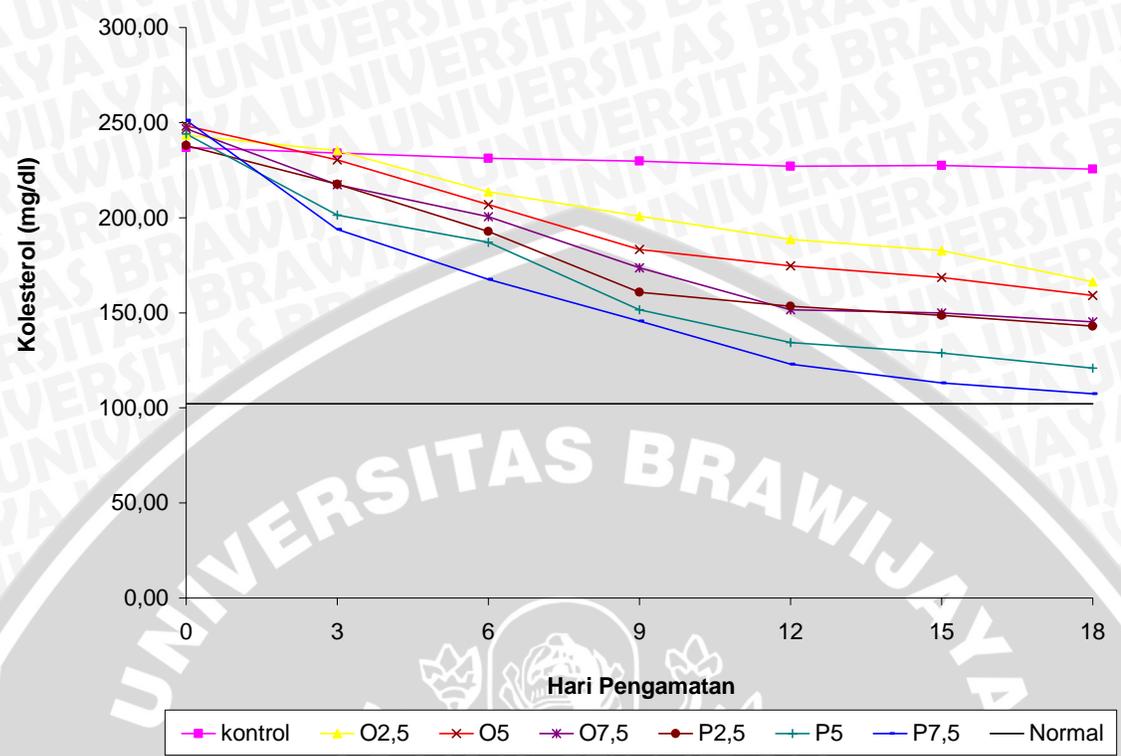
Gambar 14. Histogram pengaruh metode pemberian kitin udang dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kadar kolesterol dalam darah.

Dari hasil analisis statistik pada Lampiran 11 menunjukkan bahwa pemberian kitin udang berpengaruh nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ) dan konsentrasi pemberian kitin udang juga berpengaruh nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ) dan terjadi interaksi antara pemberian secara oral dan parenteral dengan konsentrasi pemberian kitin udang terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ). Semakin besar konsentrasi maka semakin besar pula penurunan kadar kolesterol dalam darah. Berdasarkan hasil uji statistik pada hari pengamatan dengan  $p < 0,05$  bahwa penurunan kadar kolesterol darah tikus berbeda nyata dari hari ke-0 hingga hari ke-18.

Metode pemberian kitin secara parenteral dapat dikatakan lebih baik dibanding dengan secara oral jika dilihat dari penurunan kadar kolesterol darah. Hal ini terlihat

pada diagram batang diatas bahwa penurunan kadar kolesterol dalam darah dengan metode parenteral lebih rendah jika dibandingkan dengan metode oral. Hal ini dapat terjadi karena pada pemberian secara parenteral, kitin yang diberikan dapat masuk ketubuh tikus seluruhnya jika dibandingkan dengan kitin yang dicampur dalam ransum pada pemberian secara oral. Pemberian secara oral tidak seluruhnya kitin yang diberikan masuk ke dalam tubuh karena hanya sebagian yang masuk ke dalam tubuh. Hal ini dapat dilihat dari adanya sisa ransum yang mengandung kitin yang tersisa dan tidak dikonsumsi oleh tikus percobaan. Selain itu, kitin yang diberikan secara parenteral lebih cepat membentuk gel ketika dalam saluran pencernaan terutama saat bereaksi dengan asam lambung karena kitin tersebut tidak tercampur dengan bahan lain yang dicerna oleh enzim dalam lambung. Hal ini berbeda dengan pemberian kitin secara oral, dimana kitin dicampur dalam ransum bersama komponen penyusun ransum. Jika kitin ini terkena asam lambung, senyawa tersebut akan berubah menjadi semacam gel yang dapat membungkus bukan saja molekul kolesterol dalam getah empedu tetapi juga molekul lemak dalam makanan. Kolesterol dan lemak yang terbungkus secara otomatis akan terbuang bersama sistem eliminasi dan ekskresi tubuh (Anonymous, 2008).

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 12) menunjukkan bahwa perbedaan metode pemberian berpengaruh nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$  dan  $p < 0,01$ ), dan konsentrasi pemberian kitin berpengaruh nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ). Grafik penurunan kadar kolesterol setiap tiga hari dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik penurunan kadar kolesterol darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda.

Berdasarkan Gambar 15, kadar kolesterol darah tikus perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus kontrol. Kadar kolesterol tikus kontrol tetap stabil sedangkan kadar kolesterol tikus perlakuan mengalami penurunan.

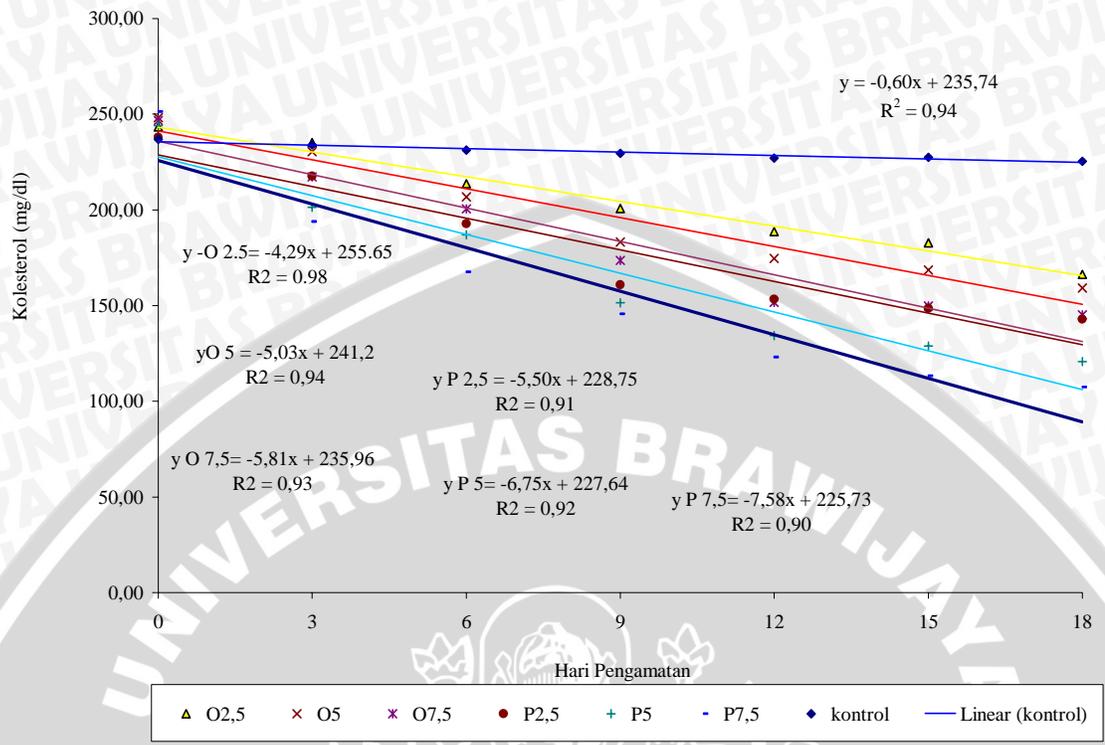
Nilai kadar kolesterol darah tikus perlakuan terendah diperoleh tikus dengan perlakuan pemberian secara perenteral pada konsentrasi 7,5%. Penurunan kadar kolesterol yang paling cepat juga pada perlakuan P<sub>7,5</sub> dimana pada hari ke-18 telah mengalami penurunan mencapai 107,46 mg/dl. Batas normal tikus pada percobaan ini adalah sebesar 102,26 mg/dl sehingga pada hari ke-18 tikus belum memiliki kadar kolesterol normal ini tinggal menunggu lamanya waktu yang diperlukan untuk mencapai batas normal karena dari hari ke hari kolesterol tikus terus mengalami penurunan. Tetapi

menurut Surya (2006), kadar kolesterol normal < 200 mg/dl. Nilai kadar kolesterol darah tikus menunjukkan perbedaan yang nyata antara konsentrasi 2,5%, 5,0% dan konsentrasi 7,5%. Nilai kadar kolesterol darah tikus terendah diperoleh dari konsentrasi 7,5%. Pemberian tepung kitin secara parenteral lebih optimal dalam menurunkan kadar kolesterol darah tikus jika dibandingkan dengan kontrol dan pemberian tepung kitin secara oral.

Berdasarkan pada Gambar 15, penurunan kadar kolesterol darah tikus berbeda nyata yang terjadi dari hari ke-3 hingga hari ke-18. Kadar kolesterol darah tikus perlakuan berbeda nyata dengan kadar kolesterol darah tikus kontrol, dimana pada hari ke-18, kadar kolesterol tikus kontrol belum mengalami penurunan atau dapat dikatakan masih dalam kondisi hiperlipidemia. Serat dapat menurunkan kadar kolesterol darah secara efektif. Karena serat akan mengikat asam empedu yang berguna untuk mengemulsikan lemak dan kolesterol yang terdapat dalam saluran cerna, lalu membawanya keluar tubuh bersama dengan feses (Anonymous, 2003<sup>b</sup>). Ditambahkan oleh Siagian (2003), bahwa dengan mengkonsumsi beberapa jenis serat makanan tertentu maka dapat menurunkan kadar kolesterol total darah.

Jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol, tepung kitin baik pemberian secara oral dan parenteral lebih optimal dalam menurunkan kolesterol darah sampai hari ke-18. CMC makanan belum mampu untuk menjadikan kolesterol darah menjadi normal sampai pada hari ke-18.

Hasil regresi hubungan kadar kolesterol darah tikus untuk perlakuan secara oral dan parenteral terhadap lamanya konsumsi tepung kitin udang dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian tepung kitin dan konsentrasi terhadap kadar kolesterol darah tikus

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tikus kontrol didapatkan persamaan  $y = -0,60x + 235,74$  dengan  $R^2 = 0,94$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus kontrol mengalami penurunan sebesar 0,60, maka pada perlakuan kontrol mengalami penurunan kolesterol darah yang kecil sekali. Untuk tikus perlakuan yang diberi kitin secara O<sub>2,5</sub> didapatkan persamaan  $y = -4,29x + 243,09$  dengan  $R^2 = 0,98$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 5,87, maka kadar kolesterol tikus akan normal pada hari ke-33; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O<sub>5,0</sub> didapatkan persamaan  $y = -5,03x + 241,2$  dengan  $R^2 = 0,94$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 5,03, maka kadar kolesterol tikus akan normal pada hari ke-28; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O<sub>7,5</sub> didapatkan persamaan  $y = -5,81x + 235,98$  dengan  $R^2 = 0,93$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus

berkurang 5,81, maka kadar kolesterol tikus akan normal pada hari ke-23; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P<sub>2,5</sub> didapatkan persamaan  $y = -5,50x + 228,75$  dengan  $R^2 = 0,91$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 5,50, maka kadar kolesterol tikus akan normal pada hari ke-23; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P<sub>5,0</sub> tepung didapatkan persamaan  $y = -6,75x + 227,64$  dengan  $R^2 = 0,92$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 6,75, maka kadar kolesterol tikus akan normal pada hari ke-19; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P<sub>7,5</sub> didapatkan persamaan  $y = -7,58x + 225,73$  dengan  $R^2 = 0,90$  menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 7,58, maka kadar kolesterol tikus akan normal pada hari ke-16; Dari garis regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar kolesterol darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian kitin udang dengan pemberian secara oral dan parenteral. Jika dilihat dari slopenya maka dapat ditarik kesimpulan jika semakin besar slopenya maka semakin besar juga pengaruh kitin udang dan konsentrasi terhadap penurunan kadar kolesterol tikus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil regresi hubungan kadar kolesterol darah tikus dengan pemberian produk kitin udang secara oral, parenteral serta lamanya konsumsi

No.	Tepung kitin udang	Persamaan	$R^2$	Kolesterol akan normal pada hari ke-
1.	O 2,5%	$y = -4,30x + 243,09$	0,98	33
2.	O 5,0%	$y = -5,03x + 241,2$	0,94	28
3.	O 7,5%	$y = -5,82x + 235,96$	0,93	23
4.	P 2,5%	$y = -5,51x + 228,75$	0,91	23
5.	P 5,0%	$y = -6,75x + 227,64$	0,92	19
6.	P 7,5%	$y = -7,59x + 225,73$	0,90	16

Data laju penurunan kadar kolesterol (mg/dl) pada tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 14, sedangkan untuk laju penurunan kadar kolesterol (mg/dl) pada tikus percobaan setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 17.

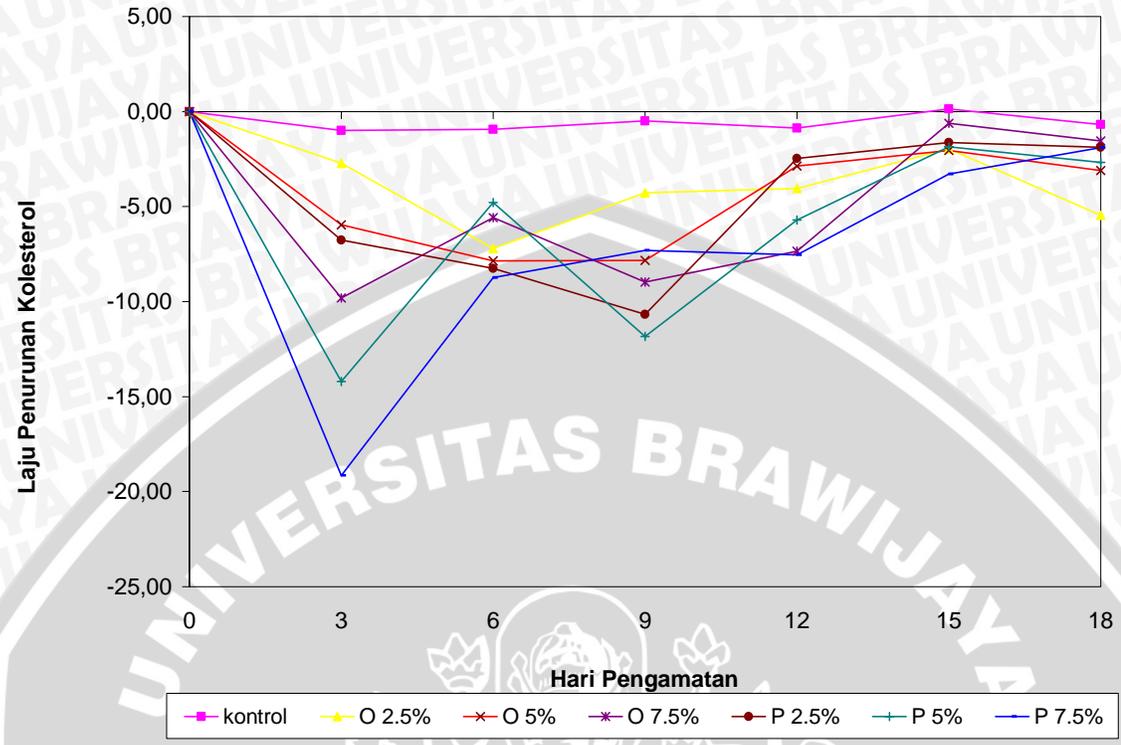
Menurut Schreck dan Moyle (1990), laju pertumbuhan relatif (LPR) kadar kolesterol tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$LPR (g/hari) = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1(t_2-t_1)}$$

- Ket :  $Y_2$  = Kolesterol pada hari ke-x
- $Y_1$  = Kolesterol pada hari sebelumnya
- $t_2$  = Hari ke-x
- $t_1$  = Hari sebelumnya

Tabel 14. Laju penurunan kolesterol darah tikus per 3 hari (mg/dl/hari)

Hari	Kontrol	Oral			Parenteral		
		2,5%	5,0%	7,5%	2,5%	5,0%	7,5%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-0,99	-2,72	-5,97	-9,82	-6,75	-14,20	-19,15
6	-0,92	-7,20	-7,86	-5,59	-8,26	-4,79	-8,74
9	-0,50	-4,28	-7,83	-8,97	-10,68	-11,83	-7,31
12	-0,87	-4,06	-2,87	-7,35	-2,47	-5,70	-7,55
15	0,15	-1,97	-2,05	-0,61	-1,63	-1,86	-3,30
18	-0,68	-5,46	-3,10	-1,54	-1,88	-2,69	-1,89



Gambar 17. Grafik pengaruh pemberian tepung kitin udang oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar kolesterol pada tikus

Berdasarkan Gambar 17 maka dapat dilihat pengaruh konsumsi tepung kitin udang dengan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar kolesterol tikus. Dimana terlihat sangat jelas dari hari ke hari kadar kolesterol tikus perlakuan terus menunjukkan penurunan, sedangkan untuk tikus kontrol berdasarkan hasil laju penurunan kadar kolesterol, kadar kolesterol tikus kontrol tetap dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan serat yang terkandung dalam CMC 5% dalam ransum standart belum optimal menurunkan kadar kolesterol darah tikus menjadi normal pada hari yang ke-18.

#### 4.5.2 Kadar Trigliserida

Trigliserida darah tikus dianalisis setiap 3 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsumsi kitin sebagai sumber serat terhadap kadar trigliserida darah tikus Hal ini untuk membuktikan peran serat dari kitin udang dalam mengontrol dan menurunkan nilai kadar trigliserida pada kisaran normal. Data nilai trigliserida darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 13. Untuk lebih jelasnya data rerata nilai trigliserida darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rerata nilai trigliserida darah tikus (mg/dl)

Hari	kontrol	O <sub>2,5</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>7,5</sub>	P <sub>2,5</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>7,5</sub>
0	(130,67±0,84) <sup>c</sup>	(121,88±1,92) <sup>b</sup>	(125,92±1,48) <sup>ab</sup>	(122,64±0,9) <sup>ab</sup>	(126,35±1,23) <sup>ab</sup>	(131,96±1,68) <sup>a</sup>	(128,42±1,07) <sup>a</sup>
3	(128,47±0,25) <sup>c</sup>	(118,88±1,11) <sup>b</sup>	(113,64±1,62) <sup>ab</sup>	(108,58±1,16) <sup>ab</sup>	(117,57±0,61) <sup>ab</sup>	(109,08±1,28) <sup>a</sup>	(107,71±0,65) <sup>a</sup>
6	(127,21±0,55) <sup>c</sup>	(117,94±1,06) <sup>b</sup>	(106,55±0,96) <sup>ab</sup>	(108,45±7,1) <sup>ab</sup>	(108,08±0,71) <sup>ab</sup>	(96,4±0,86) <sup>a</sup>	(92,98±0,67) <sup>a</sup>
9	(125,84±0,34) <sup>c</sup>	(108,56±0,8) <sup>b</sup>	(102,94±0,58) <sup>ab</sup>	(98,85±1,3) <sup>ab</sup>	(102,4±0,17) <sup>ab</sup>	(94,39±1,03) <sup>a</sup>	(89,01±1,6) <sup>a</sup>
12	(124,06±0,42) <sup>c</sup>	(104,35±0,84) <sup>b</sup>	(98,41±1,16) <sup>ab</sup>	(94,23±1,03) <sup>ab</sup>	(92,64±0,48) <sup>ab</sup>	(91,74±1,74) <sup>a</sup>	(84,51±0,86) <sup>a</sup>
15	(124,27±0,64) <sup>c</sup>	(101,44±1,44) <sup>b</sup>	(94,77±0,61) <sup>ab</sup>	(90,44±0,65) <sup>ab</sup>	(89,22±0,46) <sup>ab</sup>	(83,87±0,71) <sup>a</sup>	(80,94±0,88) <sup>a</sup>
18	(123,09±0,53) <sup>c</sup>	(94,33±1,09) <sup>b</sup>	(90,81±0,54) <sup>ab</sup>	(89,41±0,26) <sup>ab</sup>	(85,25±0,57) <sup>ab</sup>	(80,39±0,39) <sup>a</sup>	(77,67±0,5) <sup>a</sup>

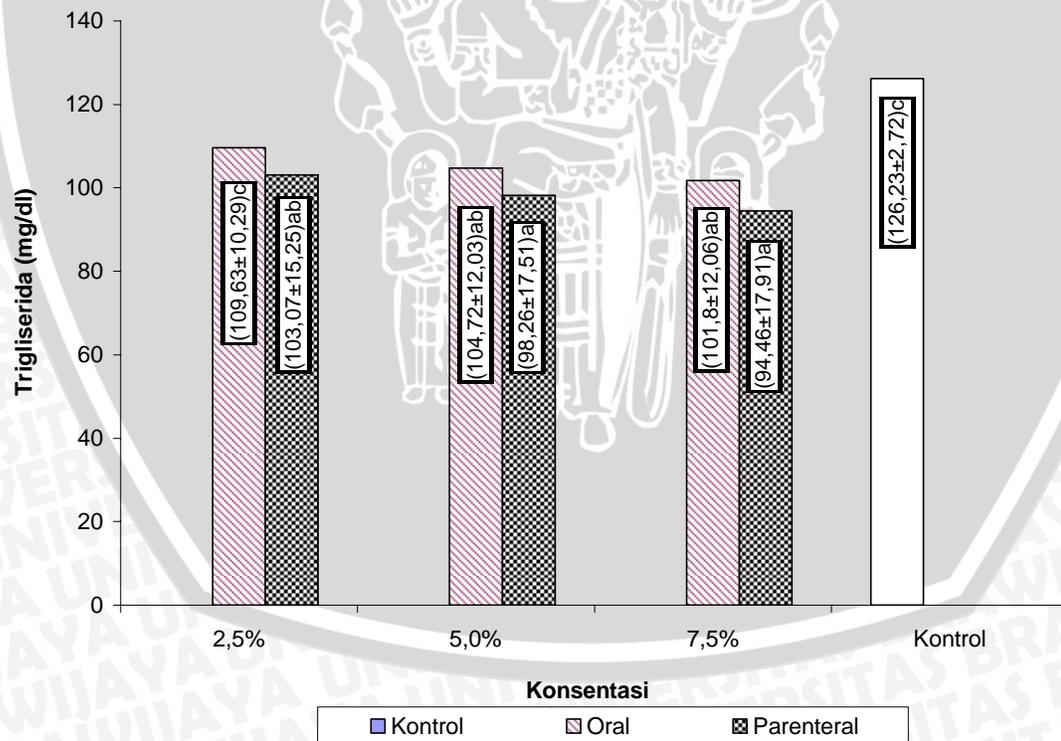
Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* menunjukkan bahwa notasi tingkat beda nyata pada  $\alpha$  5%. Perbandingan berlaku pada baris yang sama

Dari Tabel 15 terlihat bahwa pada tikus dengan perlakuan kontrol, kadar trigliserida dalam darah selama penelitian adalah stabil. Tikus dengan perlakuan yang berbeda, kadar trigliserida darah selama penelitian terus mengalami penurunan yaitu O<sub>2,5</sub> dari 121,88±1,92 mg/dl menjadi 94,33±1,09 mg/dl pada hari ke 18, O<sub>5</sub> dari 125,92±1,48 mg/dl menjadi 90,81±0,54 mg/dl, O<sub>7,5</sub> dari 122,64±0,9 mg/dl menjadi 89,41±0,26 mg/dl, P<sub>2,5</sub> dari 126,35±1,23 mg/dl menjadi 85,25±0,57 mg/dl, P<sub>5</sub> dari 131,96±1,68 mg/dl menjadi 80,39±0,39 mg/dl dan P<sub>7,5</sub> dari 128,42±1,07 mg/dl menjadi 77,67±0,5 mg/dl pada hari ke 18.

Metode pemberian kitin udang secara parenteral dapat dikatakan lebih baik dibanding dengan secara oral jika dilihat dari penurunan kadar trigliserida darah. Hal ini dapat dilihat bahwa penurunan kadar trigliserida dalam darah dengan metode parenteral lebih rendah jika dibandingkan dengan metode oral. Hal ini dapat terjadi karena pada pemberian secara parenteral, kitin udang yang diberikan dapat masuk seluruhnya ke dalam pencernaan tikus percobaan. Hal berbeda terjadi pada pemberian kitin udang secara oral. Hal ini dikarenakan pada metode oral, kitin udang yang diberikan dicampur ke dalam ransum sehingga tidak semua dapat masuk ke dalam pencernaan tikus percobaan.

Pengaruh metode pemberian kitin udang dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kadar trigliserida dapat dilihat pada Gambar 18.

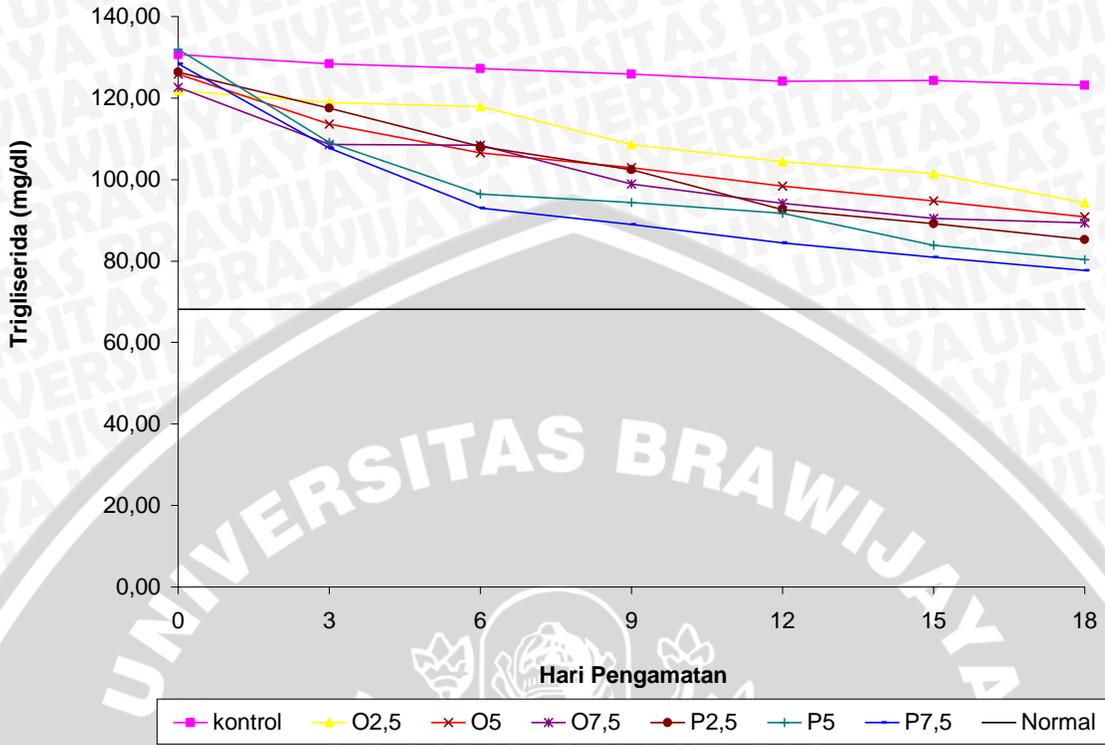


Gambar 18. Histogram pengaruh metode pemberian dengan konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan kadar trigliserida dalam darah.

Dari hasil analisis statistik pada Lampiran 14 menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi pemberian kitin berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$ ). Semakin besar konsentrasi maka semakin besar pula penurunan kadar trigliserida dalam darah.

Pemberian kitin dengan perlakuan parenteral konsentrasi 7,5% lebih mampu menurunkan trigliserida darah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian tepung kitin dengan konsentrasi 5,0% dan 2,5%. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi pemberian tepung kitin maka semakin besar pula penurunan kadar trigliserida dalam darah. Hal ini diduga karena aktivitas dari serat makanan yang terkandung dalam tepung kitin. Dan perlakuan parenteral lebih baik cepat menurunkan kolesterol darah dibandingkan dengan perlakuan secara oral.

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 13) menunjukkan bahwa perbedaan metode pemberian dan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$  dan  $p < 0,01$ ). Grafik penurunan kadar trigliserida setiap tiga hari dapat dilihat pada Gambar 19.

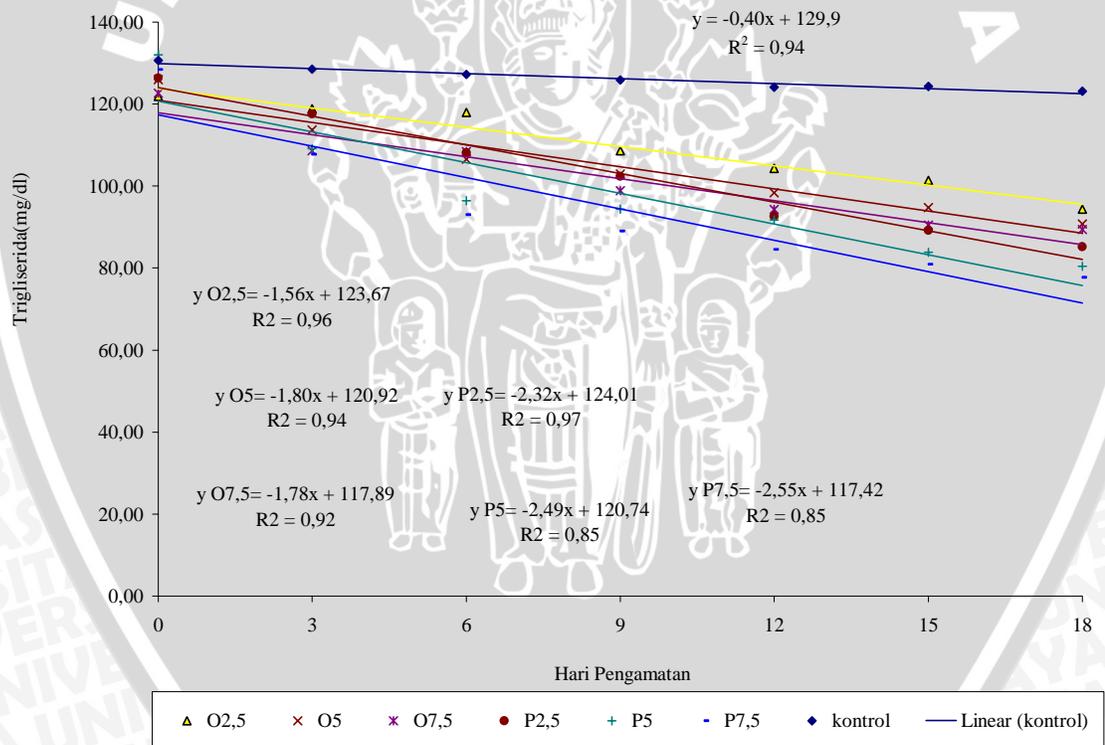


Gambar 19. Grafik penurunan kadar trigliserida darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda.

Berdasarkan Gambar 19, kadar trigliserida darah tikus perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus kontrol. Kadar trigliserida tikus kontrol tetap stabil sedangkan kadar trigliserida tikus perlakuan mengalami penurunan, dimana pada hari ke-18, kadar trigliserida tikus kontrol belum mengalami penurunan, sehingga dapat dikatakan bahwa CMC makanan belum mampu untuk menjadikan kadar trigliserida darah menjadi normal sampai pada hari ke-18. Pernyataan ini didukung oleh pendapat dari Hambali (2003), yang menyatakan bahwa serat komersil (CMC) kurang mampu menurunkan kadar trigliserida. Nilai kadar trigliserida darah tikus perlakuan terendah diperoleh tikus dengan perlakuan pemberian secara perenteral pada konsentrasi 7,5% (P<sub>7,5</sub>). Penurunan kadar trigliserida yang paling cepat juga pada perlakuan P 7,5% dimana pada hari ke 18 telah mengalami penurunan mencapai ±77,67

mg/dl. Batas normal tikus pada percobaan ini adalah sebesar 68.14 mg/dl sehingga pada hari ke-18 tikus memiliki kadar trigliserida normal. Tetapi menurut Surya (2006), kadar trigliserida normal < 150 mg/dl. Nilai kadar trigliserida darah tikus menunjukkan perbedaan yang nyata antara konsentrasi 2,5%, 5,0% dan konsentrasi 7,5%. Nilai kadar trigliserida darah tikus terendah diperoleh dari konsentrasi 7,5%. Pemberian tepung kitin secara perenteral lebih maksimal dalam menurunkan kadar trigliserida darah tikus jika dibandingkan dengan kontrol dan pemberian tepung kitin secara oral.

Hasil regresi hubungan kadar trigliserida darah tikus untuk perlakuan secara oral dan parenteral lamanya konsumsi tepung kitin udang dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian kitin udang dan konsentrasi terhadap kadar trigliserida darah tikus

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tikus kontrol didapatkan persamaan  $y = -0,40x + 129,9$  dengan  $R^2 = 0,94$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus

kontrol mengalami penurunan sebesar 0,40, maka pada perlakuan kontrol mengalami penurunan trigliserida darah yang kecil. Untuk tikus perlakuan yang diberi chitin secara O 2,5% didapatkan persamaan  $y = -1,56x + 123,67$  dengan  $R^2 = 0,96$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 1,56, maka kadar trigliserida tikus akan normal pada hari ke-35; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O5,0% didapatkan persamaan  $y = -1,80x + 120,92$  dengan  $R^2 = 0,94$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 1,80, maka kadar trigliserida tikus akan normal pada hari ke-29; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O7,5% didapatkan persamaan  $y = -1,78x + 117,89$  dengan  $R^2 = 0,92$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 1,78, maka kadar trigliserida tikus akan normal pada hari ke-28; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 2,5% didapatkan persamaan  $y = -2,32x + 124,01$  dengan  $R^2 = 0,97$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 2,32, maka kadar trigliserida tikus akan normal pada hari ke-24; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 5,0% tepung didapatkan persamaan  $y = -2,49x + 120,74$  dengan  $R^2 = 0,85$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 2,49, maka kadar trigliserida tikus akan normal pada hari ke-21; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 7,5% didapatkan persamaan  $y = -2,55x + 117,42$  dengan  $R^2 = 0,85$  menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 2,55, maka kadar trigliserida tikus akan normal pada hari ke-19; Dari garis regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar trigliserida darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian kitin udang dengan pemberian secara oral dan parenteral. Jika dilihat dari slopenya maka dapat ditarik kesimpulan jika semakin besar slopenya maka semakin besar juga pengaruh kitin udang dan konsentrasi terhadap penurunan kadar trigliserida tikus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil regresi hubungan kadar trigliserida darah tikus dengan produk kitosan udang secara oral, parenteral dan lamanya konsumsi

No.	Tepung kitosan udang	Persamaan	R <sup>2</sup>	Trigliserida akan normal pada hari ke-
1.	O 2,5%	$y = -1,56x + 123,67$	0,96	35
2.	O 5,0%	$y = -1,80x + 120,92$	0,94	29
3.	O 7,5%	$y = -1,79x + 117,89$	0,92	28
4.	P 2,5%	$y = -2,33x + 124,01$	0,97	24
5.	P 5,0%	$y = -2,49x + 120,74$	0,85	21
6.	P 7,5%	$y = -2,55x + 117,42$	0,85	19

Data laju penurunan kadar trigliserida (mg/dl) pada tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 17, sedangkan untuk laju penurunan kadar trigliserida (mg/dl) pada tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 21.

Menurut Schreck dan Moyle (1990), laju pertumbuhan relatif (LPR) kadar trigliserida tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{LPR (g/hari)} = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1(t_2 - t_1)}$$

Ket :  $Y_2$  = Kadar trigliserida pada hari ke-x

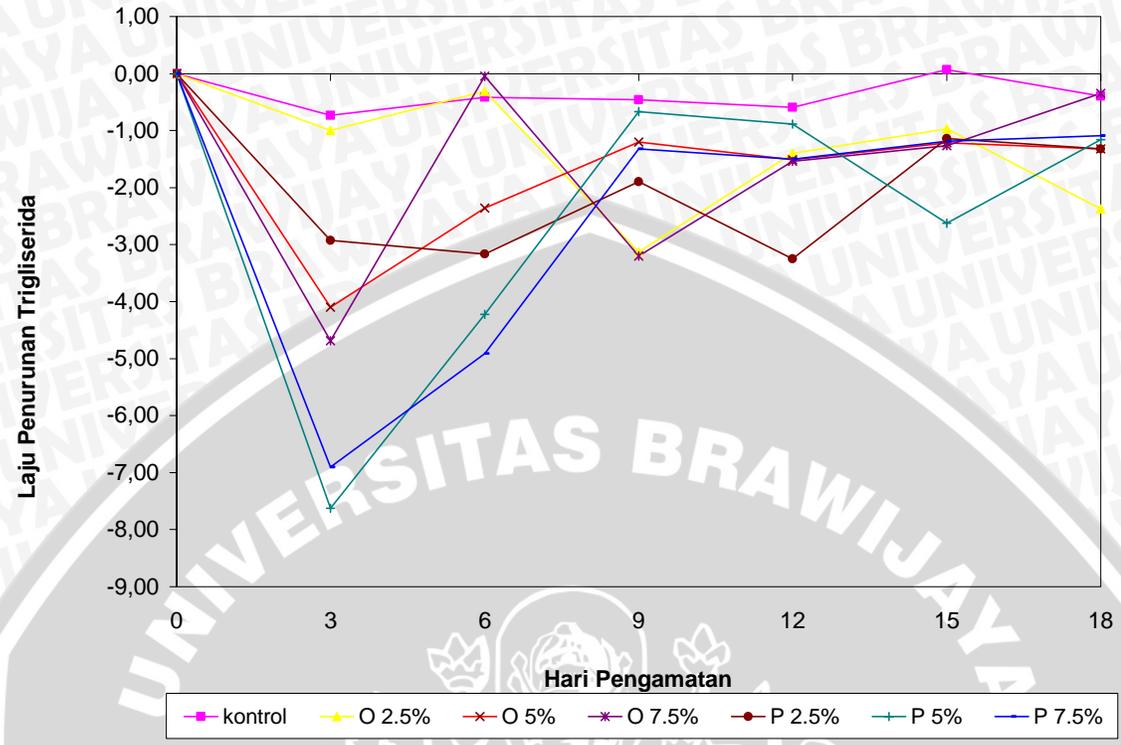
$Y_1$  = Kadar trigliserida pada hari sebelumnya

$t_2$  = Hari ke-x

$t_1$  = Hari sebelumnya

Tabel 17. Laju penurunan kadar trigliserida tikus per 3 hari (mg/dl/hari)

Hari	Kontrol	Oral			Parenteral		
		2,5%	5,0%	7,5%	2,5%	5,0%	7,5%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-0.73	-0,73	-1,00	-4,10	-4,69	-2,93	-7,63
6	-0.42	-0,42	-0,31	-2,36	-0,04	-3,16	-4,23
9	-0.46	-0,46	-3,13	-1,20	-3,20	-1,89	-0,67
12	-0.59	-0,59	-1,40	-1,51	-1,54	-3,25	-0,88
15	0.07	0,07	-0,97	-1,21	-1,26	-1,14	-2,62
18	-0.39	-0,39	-2,37	-1,32	-0,34	-1,32	-1,16



Gambar 21. Grafik pengaruh pemberian tepung kitin udang oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar trigliserida pada tikus

Berdasarkan Gambar 21 maka dapat dilihat pengaruh konsumsi tepung kitin udang dengan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar trigliserida tikus putih wistar. Dimana terlihat sangat jelas dari hari ke hari kadar trigliserida tikus perlakuan terus menunjukkan penurunan, baik untuk perlakuan oral maupun parenteral. Sedangkan untuk tikus kontrol berdasarkan hasil laju penurunan kadar trigliserida, kadar trigliserida tikus kontrol tetap dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan serat yang terkandung dalam CMC 5% dalam ransum standart belum optimal menurunkan kadar trigliserida darah tikus menjadi normal pada hari ke-18.

Menurut Linder (1992), diet serat yang tinggi dapat menghambat penyerapan lemak-lemak jenuh serta akan banyak mengikat air dan juga mempercepat pengeluaran sisa makanan dan asam-asam lemak dalam pencernaan (trigliserida), sehingga dengan

banyaknya lemak-lemak yang dikeluarkan maka akan semakin berkurang jumlah lemak dalam tubuh, hal ini dapat mengakibatkan turunnya kadar trigliserida dalam darah. Ditambahkan oleh Montgomery *et al.*, (1993), lemak dalam bentuk trigliserida merupakan bentuk penyimpanan energi yang utama pada manusia. Lemak dapat disimpan pada jaringan adiposit. Akumulasi lemak dalam tubuh secara berlebihan, berhubungan dengan naiknya jumlah adiposit akibat dari menumpuknya trigliserida. Hal ini dapat menyebabkan terjadi obesitas (kegemukan). Obesitas dapat dicegah dengan cara mengkonsumsi serat pangan secara teratur. Ada beberapa alasan mengapa serat pangan dapat mencegah obesitas, yaitu :

1. Makanan tanpa serat mengandung energi lebih banyak, jika dibandingkan dengan yang mengandung serat.
2. Serat dapat meningkatkan intensitas pengunyahan, memperlambat proses makan dan menghambat laju pencernaan makanan.
3. Diet kaya serat dapat meningkatkan ekskresi lemak dan nitrogen melalui feses.
4. Makanan yang mengandung serat akan memberikan rasa kenyang lebih lama dibandingkan dengan tanpa serat.

Metode pemberian kitin secara parenteral dapat dikatakan lebih baik dibanding dengan secara oral jika dilihat dari penurunan kadar trigliserida darah. Hal ini terlihat pada diagram batang diatas bahwa penurunan kadar trigliserida dalam darah dengan metode parenteral lebih rendah jika dibandingkan dengan metode oral. Hal ini dapat terjadi karena pada pemberian secara parenteral, kitin yang diberikan dapat masuk ketubuh tikus seluruhnya jika dibandingkan dengan kitin yang dicampur dalam ransum pada pemberian secara oral. Pemberian secara oral tidak seluruhnya kitin yang diberikan masuk ke dalam tubuh karena hanya sebagian yang masuk ke dalam tubuh.

### 4.5.3 Kadar HDL

HDL darah tikus dianalisis setiap 3 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsumsi kitin sebagai sumber serat terhadap kadar HDL darah tikus. Hal ini untuk membuktikan peran serat dari kitin udang dalam mengontrol dan meningkatkan nilai kadar HDL pada kisaran normal. Data nilai HDL darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 15. Untuk lebih jelasnya data rerata nilai HDL darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Rerata nilai HDL darah tikus (mg/dl)

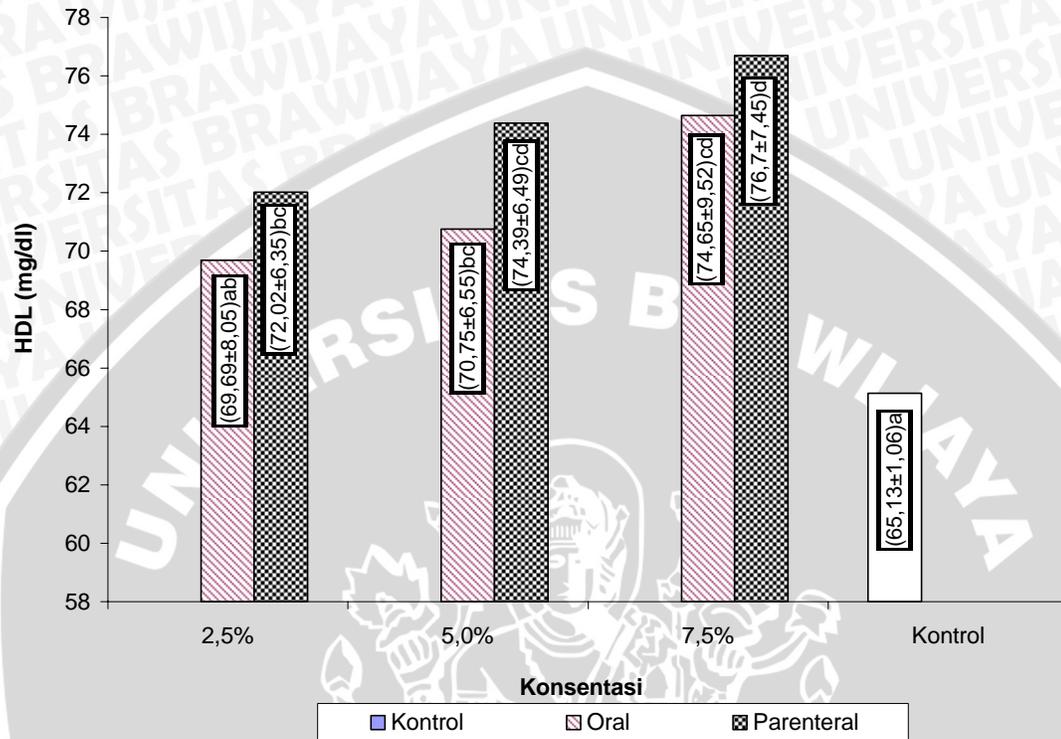
Hari	Kontrol	O <sub>2,5</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>7,5</sub>	P <sub>2,5</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>7,5</sub>
0	(63,27±0,84) <sup>a</sup>	(58,49±1,11) <sup>ab</sup>	(61,31±0,6) <sup>bc</sup>	(58,84±0,86) <sup>cd</sup>	(60,87±0,8) <sup>abc</sup>	(63,04±0,68) <sup>cd</sup>	(63,07±0,78) <sup>d</sup>
3	(65,08±1,71) <sup>a</sup>	(63,42±0,68) <sup>ab</sup>	(64,88±0,4) <sup>bc</sup>	(67,09±0,59) <sup>cd</sup>	(68,37±0,41) <sup>abc</sup>	(69,95±0,85) <sup>cd</sup>	(72,17±0,82) <sup>d</sup>
6	(64,44±1,7) <sup>a</sup>	(64,97±0,74) <sup>ab</sup>	(65,96±0,67) <sup>bc</sup>	(70,25±0,36) <sup>cd</sup>	(69,07±0,99) <sup>abc</sup>	(71,38±1,12) <sup>cd</sup>	(74,17±0,68) <sup>d</sup>
9	(65,03±1,61) <sup>a</sup>	(70,3±0,79) <sup>ab</sup>	(73,74±0,28) <sup>bc</sup>	(78,59±1,18) <sup>cd</sup>	(74,03±0,58) <sup>abc</sup>	(77,59±0,7) <sup>cd</sup>	(79,31±0,64) <sup>d</sup>
12	(65,59±0,7) <sup>a</sup>	(72,06±0,79) <sup>ab</sup>	(75,09±0,16) <sup>bc</sup>	(80,6±0,22) <sup>cd</sup>	(75,06±0,81) <sup>abc</sup>	(78,29±0,18) <sup>cd</sup>	(81,08±0,53) <sup>d</sup>
15	(66,1±0,25) <sup>a</sup>	(81,69±12,32) <sup>ab</sup>	(76,45±0,34) <sup>bc</sup>	(81,85±0,56) <sup>cd</sup>	(77,43±0,49) <sup>abc</sup>	(79,42±0,62) <sup>cd</sup>	(83,01±0,72) <sup>d</sup>
18	(66,4±1,06) <sup>a</sup>	(76,9±0,16) <sup>ab</sup>	(77,85±0,76) <sup>bc</sup>	(85,33±0,69) <sup>cd</sup>	(79,28±0,45) <sup>abc</sup>	(81,07±0,92) <sup>cd</sup>	(84,06±0,57) <sup>d</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* menunjukkan bahwa notasi tingkat beda nyata pada  $\alpha$  5%. Perbandingan berlaku pada baris yang sama

Dari Tabel 18 terlihat bahwa pada tikus dengan perlakuan kontrol, kadar HDL dalam darah selama penelitian adalah stabil. Sedangkan untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, kadar HDL darah selama penelitian terus mengalami peningkatan yaitu O<sub>2,5</sub> dari 58,49±1,11 mg/dl menjadi 76,9±0,16 mg/dl pada hari ke 18, O<sub>5</sub> dari 61,31±0,6 mg/dl menjadi 77,85±0,76 mg/dl, O<sub>7,5</sub> dari 58,84±0,86 mg/dl menjadi 85,33±0,69 mg/dl, P<sub>2,5</sub> dari 60,87±0,8 mg/dl menjadi 79,28±0,45 mg/dl, P<sub>5</sub> dari 63,04±0,68 mg/dl menjadi 81,07±0,92 mg/dl dan P<sub>7,5</sub> dari 63,07±0,78 mg/dl menjadi 84,06±0,57 mg/dl pada hari ke 18.

Pengaruh perbedaan metode pemberian dan konsentrasi terhadap peningkatan kadar HDL dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Histogram pengaruh perbedaan metode pemberian dan konsentrasi terhadap peningkatan kadar HDL darah tikus

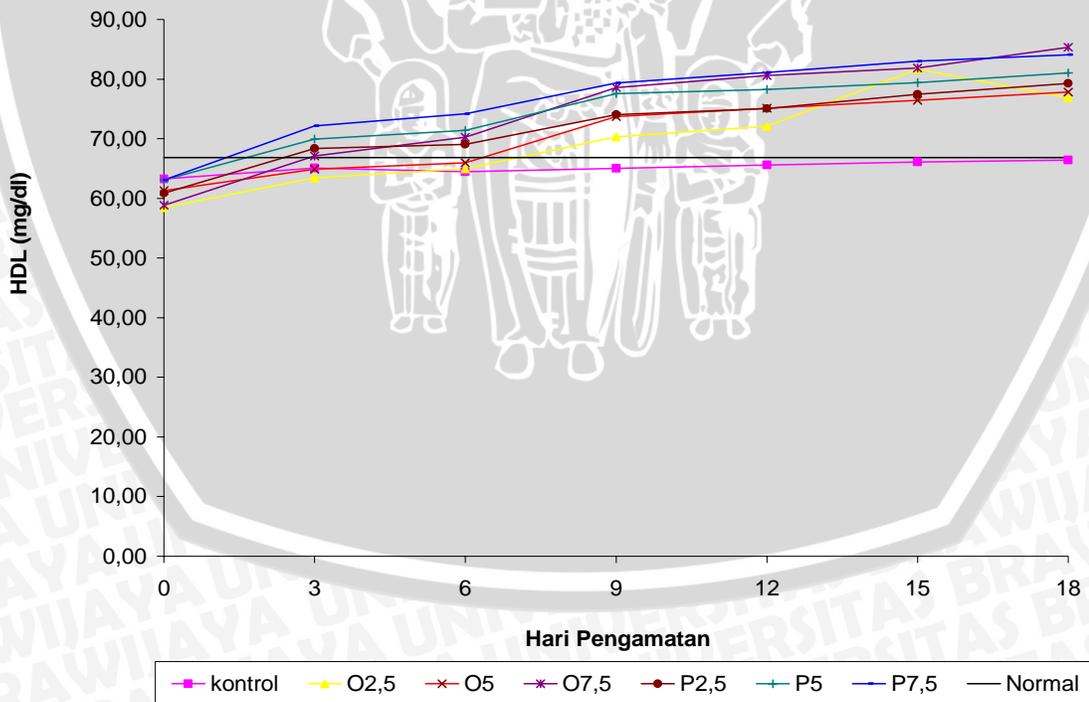
Dari hasil analisis statistik pada Lampiran 15 menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi pemberian kitin berpengaruh nyata terhadap kadar HDL darah tikus ( $p < 0,05$ ). Semakin besar konsentrasi maka semakin besar pula peningkatan kadar HDL dalam darah.

Pemberian kitin dengan konsentrasi 7,5% lebih mampu meningkatkan HDL darah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian kitin udang dengan konsentrasi 5,0% dan 2,5%. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi pemberian kitin udang maka semakin besar pula peningkatan kadar

HDL dalam darah. Hal ini diduga karena aktivitas dari serat makanan yang terkandung dalam kitin udang.

Metode pemberian kitin secara parenteral dapat dikatakan lebih baik dibanding dengan secara oral jika dilihat dari peningkatan kadar HDL darah. Hal ini terlihat pada grafik bahwa peningkatan kadar HDL dalam darah dengan metode parenteral lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode oral. Hal ini dapat terjadi karena pada pemberian secara parenteral, kitin udang yang diberikan dapat masuk seluruhnya ke dalam pencernaan tikus percobaan. Hal berbeda terjadi pada pemberian kitin udang secara oral. Hal ini dikarenakan pada metode oral, kitin udang yang diberikan dicampur ke dalam ransum sehingga tidak semua dapat masuk ke dalam pencernaan tikus percobaan.

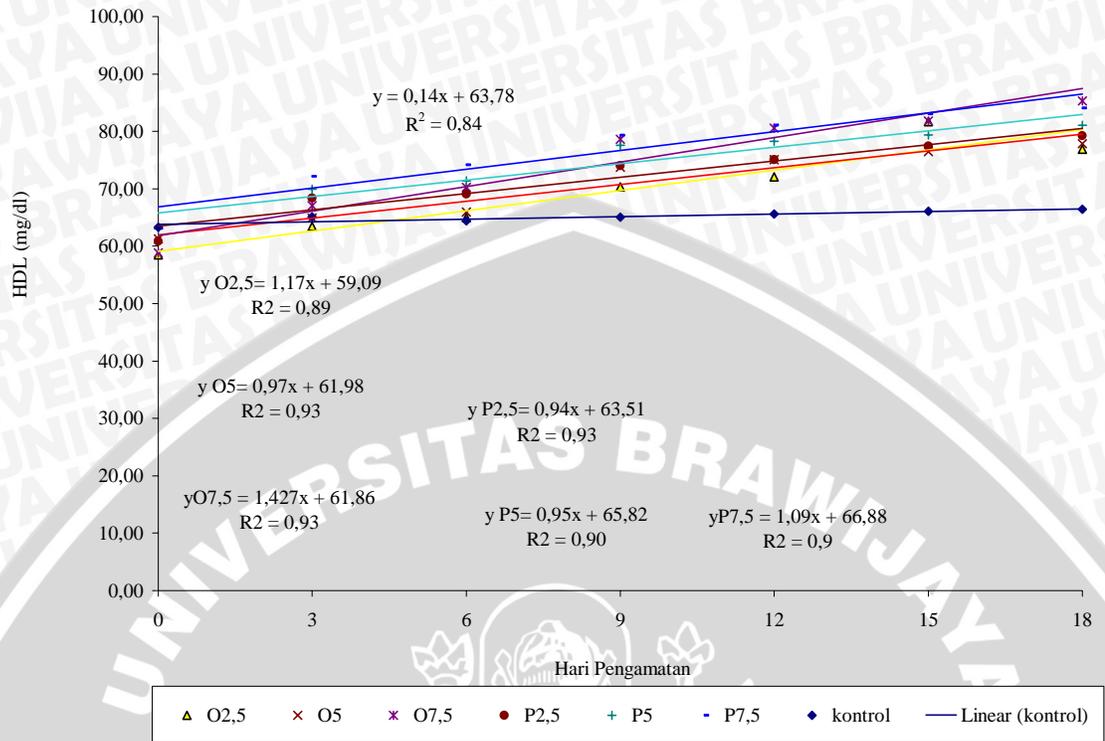
Grafik peningkatan kadar HDL setiap tiga hari dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik peningkatan kadar HDL darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda.

Berdasarkan grafik diatas, kadar HDL darah tikus perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar HDL darah tikus kontrol. Kadar HDL tikus kontrol tetap stabil sedangkan kadar HDL tikus perlakuan mengalami peningkatan, dimana pada hari ke-18, kadar HDL tikus kontrol belum mengalami peningkatan, sehingga dapat dikatakan bahwa CMC makanan belum mampu untuk menjadikan kadar HDL darah menjadi normal sampai pada hari ke-18. Nilai kadar HDL darah tikus perlakuan tertinggi diperoleh tikus dengan perlakuan pemberian secara perenteral pada konsentrasi 7,5% ( $P_{7,5}$ ) dimana pada hari ke 3 telah mengalami peningkatan mencapai  $> \pm 70$  mg/dl. Menurut Surya (2006), High Density Lipoprotein (HDL) merupakan lipoprotein yang bersifat menurunkan faktor risiko pembentukan aterosklerosis. Kolesterol-HDL beredar dalam darah dan kembali ke hepar mengalami katabolisme membentuk empedu serta dieleiminasi melalui usus besar. Sehingga semakin tinggi kadar HDL, semakin banyak kolesterol yang dieliminasi.

Hasil regresi hubungan kadar HDL darah tikus untuk perlakuan secara oral dan parenteral terhadap lamanya konsumsi kitin udang dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian tepung kitin dan konsentrasi terhadap kadar HDL darah tikus

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tikus kontrol didapatkan persamaan  $y = 0,14 x + 63,78$  dengan  $R^2 = 0,84$ , menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus kontrol mengalami peningkatan sebesar 0,14, maka pada perlakuan kontrol mengalami peningkatan HDL darah yang kecil. Untuk tikus perlakuan yang diberi chitin secara O 2,5% didapatkan persamaan  $y = -1,17x + 59,09$  dengan  $R^2 = 0,89$ , menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus bertambah 1,17, maka kadar HDL tikus akan normal pada hari ke-7; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O 5,0% didapatkan persamaan  $y = -0,97x + 61,98$  dengan  $R^2 = 0,93$ , menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus bertambah 0,97, maka kadar HDL tikus akan normal pada hari ke-5; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O 7,5% didapatkan persamaan  $y = -1,42x + 61,86$  dengan  $R^2 = 0,93$ , menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus bertambah 1,42,

maka kadar HDL tikus akan normal pada hari ke-3; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 2,5% didapatkan persamaan  $y = -0,94x + 63,51$  dengan  $R^2 = 0,93$ , menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus bertambah 0,94, maka kadar HDL tikus akan normal pada hari ke-3; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 5,0% tepung didapatkan persamaan  $y = -0,95x + 65,82$  dengan  $R^2 = 0,90$ , menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus bertambah 0,95, maka kadar HDL tikus akan normal pada hari ke-1; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 7,5% didapatkan persamaan  $y = -1,09x + 66,88$  dengan  $R^2 = 0,9$  menunjukkan bahwa setiap hari HDL darah tikus bertambah 1,09, maka kadar HDL tikus akan normal pada hari ke-1; Dari garis regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar HDL darah tikus mengalami peningkatan dengan pemberian kitin udang dengan pemberian secara oral dan parenteral. Jika dilihat dari slopenya maka dapat ditarik kesimpulan jika semakin besar slopenya maka semakin besar juga pengaruh kitin udang dan konsentrasi terhadap peningkatan kadar HDL tikus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil regresi hubungan kadar HDL darah tikus dengan produk kitosan udang secara oral, parenteral dan lamanya konsumsi

No.	Tepung kitosan udang	Persamaan	$R^2$	HDL akan normal pada hari ke-
1.	O 2,5%	$y = 1,17x + 59,09$	0,89	7
2.	O 5,0%	$y = 0,97x + 61,98$	0,93	5
3.	O 7,5%	$y = 1,42x + 61,86$	0,93	3
4.	P 2,5%	$y = 0,94x + 63,51$	0,93	3
5.	P 5,0%	$y = 0,95x + 65,82$	0,90	1
6.	P 7,5%	$y = 1,09x + 66,88$	0,90	1

Data laju peningkatan kadar HDL (mg/dl) pada tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 20, sedangkan untuk laju peningkatan kadar HDL (mg/dl) pada tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 25.

Menurut Schreck dan Moyle (1990), laju pertumbuhan relatif (LPR) kadar HDL tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{LPR (g/hari)} = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1(t_2-t_1)}$$

Ket :  $Y_2$  = Kadar HDL pada hari ke-x

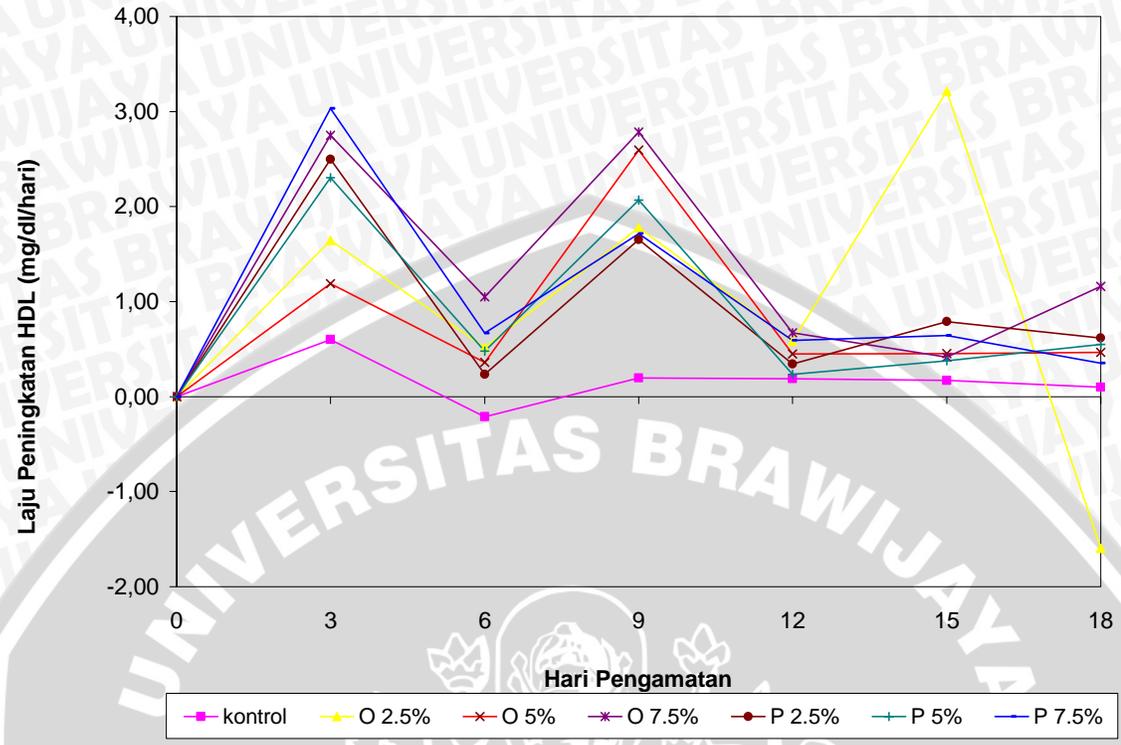
$Y_1$  = Kadar HDL pada hari sebelumnya

$t_2$  = Hari ke-x

$t_1$  = Hari sebelumnya

Tabel 20. Laju peningkatan kadar HDL tikus per 3 hari (mg/dl/hari)

Hari	Kontrol	Oral			Parenteral		
		2,5%	5%	7,5%	2,5%	5%	7,5%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.60	0,60	1,64	1,19	2,75	2,50	2,30
6	-0.21	-0,21	0,52	0,36	1,05	0,23	0,48
9	0.20	0,20	1,78	2,59	2,78	1,65	2,07
12	0.19	0,19	0,58	0,45	0,67	0,34	0,23
15	0.17	0,17	3,21	0,45	0,42	0,79	0,38
18	0.10	0,10	-1,60	0,47	1,16	0,62	0,55



Gambar 25. Grafik pengaruh pemberian kitin udang secara oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju peningkatan kadar HDL pada tikus

Berdasarkan grafik diatas maka dapat dilihat pengaruh konsumsi tepung kitin udang dengan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju peningkatan kadar HDL tikus. Dimana terlihat sangat jelas dari hari ke hari kadar kolesterol tikus perlakuan terus menunjukkan peningkatan, sedangkan untuk tikus kontrol berdasarkan hasil laju peningkatan kadar HDL, kadar HDL tikus kontrol tetap dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan serat yang terkandung dalam CMC 5% dalam ransum standart belum optimal menurunkan kadar HDL tikus menjadi normal pada hari ke-18. Untuk pengaruh pemberian konsumsi kitin terhadap laju juga di pengaruhi oleh kondisi tiap tikus yang berbeda hal ini ditunjukkan adanya grafik pengaruh pemberian terhadap peningkatan kadar HDL yang fluktuatif.

#### 4.5.4 Kadar LDL

LDL darah tikus dianalisis setiap 3 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsumsi kitin sebagai sumber serat terhadap kadar LDL darah tikus. Hal ini untuk membuktikan peran serat dari kitin udang dalam mengontrol dan menurunkan nilai kadar LDL pada kisaran normal. Data nilai LDL darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 17. Untuk lebih jelasnya data rerata nilai LDL darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Rerata nilai LDL darah tikus (mg/dl)

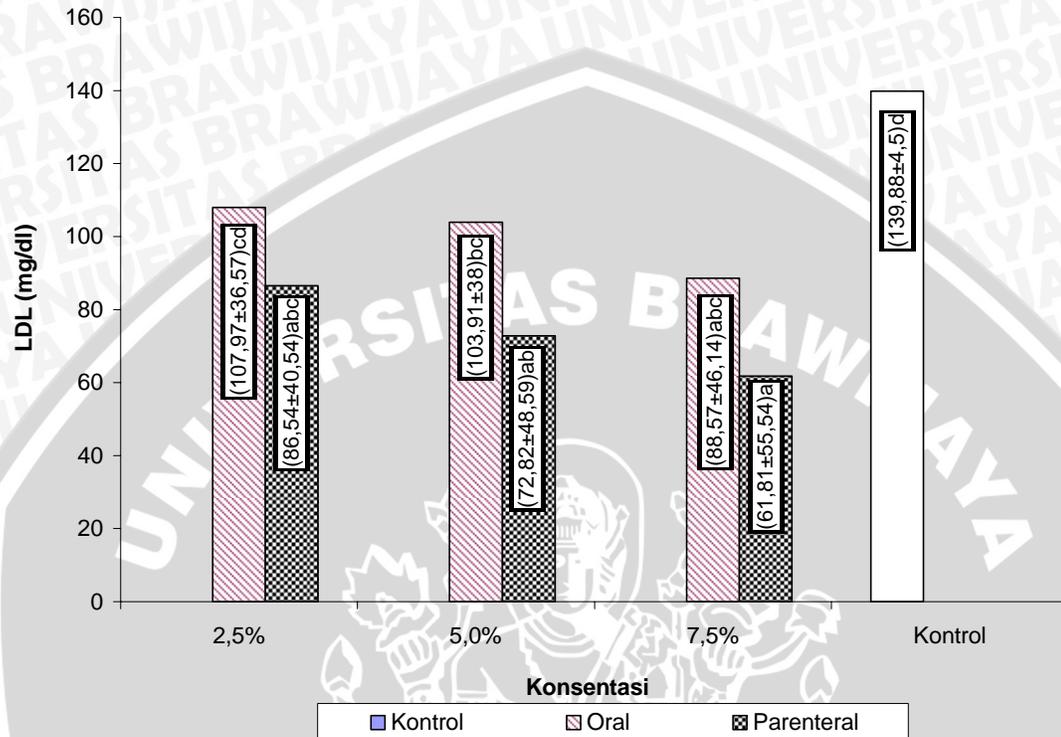
Hari	kontrol	O <sub>2,5</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>7,5</sub>	P <sub>2,5</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>7,5</sub>
0	(147,51±0,6) <sup>d</sup>	(160,53±1,66) <sup>cd</sup>	(161,78±1,46) <sup>bc</sup>	(163,43±1,53) <sup>abc</sup>	(151,77±0,43) <sup>abc</sup>	(154,57±0,83) <sup>ab</sup>	(162,54±1,59) <sup>a</sup>
3	(143,17±1,65) <sup>d</sup>	(148,03±2,21) <sup>cd</sup>	(142,76±2,63) <sup>bc</sup>	(128,53±2,37) <sup>abc</sup>	(125,77±2,39) <sup>abc</sup>	(109,63±1,61) <sup>ab</sup>	(100,12±1,24) <sup>a</sup>
6	(141,26±2,4) <sup>d</sup>	(125,07±2,13) <sup>cd</sup>	(119,53±0,85) <sup>bc</sup>	(108,65±2,6) <sup>abc</sup>	(102,19±1,68) <sup>abc</sup>	(96,37±2,00) <sup>ab</sup>	(74,61±1,85) <sup>a</sup>
9	(139,49±1,06) <sup>d</sup>	(75,45±55,45) <sup>cd</sup>	(88,98±1,61) <sup>bc</sup>	(75,32±0,93) <sup>abc</sup>	(66,43±0,35) <sup>abc</sup>	(55,06±1,69) <sup>ab</sup>	(48,56±2,02) <sup>a</sup>
12	(136,68±0,54) <sup>d</sup>	(95,71±1,25) <sup>cd</sup>	(79,92±0,91) <sup>bc</sup>	(52,19±1,08) <sup>abc</sup>	(59,84±1,22) <sup>abc</sup>	(37,79±1,28) <sup>ab</sup>	(25,04±0,21) <sup>a</sup>
15	(136,56±1) <sup>d</sup>	(80,42±12,72) <sup>cd</sup>	(73,15±0,83) <sup>bc</sup>	(49,87±1,04) <sup>abc</sup>	(53,26±1,1) <sup>abc</sup>	(32,67±1,17) <sup>ab</sup>	(13,94±1,49) <sup>a</sup>
18	(134,47±1,16) <sup>d</sup>	(70,6±1,13) <sup>cd</sup>	(61,26±3,97) <sup>bc</sup>	(41,98±0,69) <sup>abc</sup>	(46,55±0,6) <sup>abc</sup>	(23,65±1,45) <sup>ab</sup>	(7,86±0,46) <sup>a</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* menunjukkan bahwa notasi tingkat beda nyata pada  $\alpha$  5%. Perbandingan berlaku pada baris yang sama

Dari tabel 21 terlihat bahwa pada tikus dengan perlakuan kontrol, kadar LDL dalam darah selama penelitian adalah stabil. Sedangkan untuk tikus dengan perlakuan yang berbeda, kadar LDL darah selama penelitian terus mengalami penurunan yaitu O<sub>2,5</sub> dari 160,53±1,66 mg/dl menjadi 70,6±1,13 mg/dl pada hari ke 18, O<sub>5,0</sub> dari 161,78±1,46 mg/dl menjadi 61,26±3,97 mg/dl, O<sub>7,5</sub> dari 163,43±1,53 mg/dl menjadi 41,98±0,69 mg/dl, P<sub>2,5</sub> dari 151,77±0,43 mg/dl menjadi 46,55±0,6 mg/dl, P<sub>5,0</sub> dari 154,57±0,83 mg/dl menjadi 23,65±1,45 mg/dl dan P<sub>7,5</sub> dari 162,54±1,59 mg/dl menjadi 7,86±0,46 mg/dl pada hari ke 18.

Pengaruh perbedaan metode pemberian dan konsentrasi kitin udang terhadap penurunan kadar LDL dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Histogram pengaruh perbedaan metode pemberian dan konsentrasi kitin udang terhadap penurunan kadar LDL darah

Dari hasil analisis statistik pada Lampiran 17 menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi pemberian kitin berpengaruh nyata terhadap kadar LDL darah tikus ( $p < 0,05$ ). Semakin besar konsentrasi maka semakin besar pula penurunan kadar LDL dalam darah.

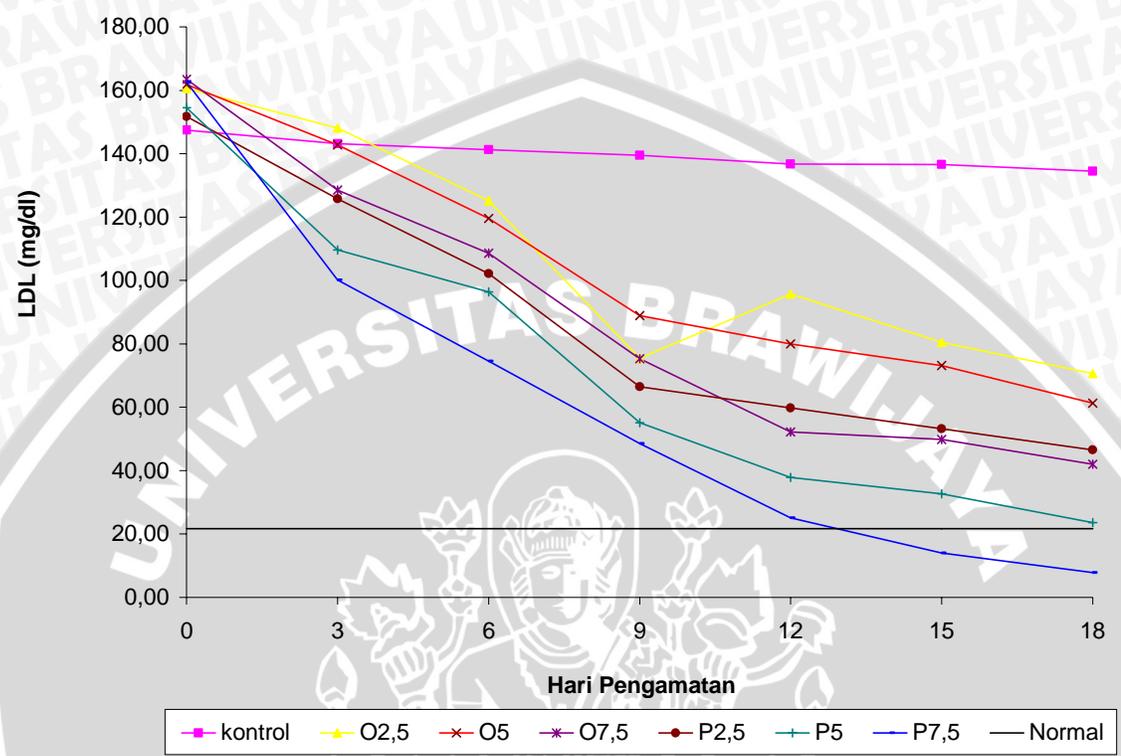
Pemberian kitin dengan konsentrasi 7,5% lebih mampu menurunkan LDL darah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian kitin udang dengan konsentrasi 5,0% dan 2,5%. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi pemberian kitin udang maka semakin besar pula penurunan kadar LDL dalam darah. Hal ini diduga karena aktivitas dari serat makanan yang terkandung dalam

kitin udang. Menurut Anonymous (2008), telah dibuktikan bahwa komponen serat makanan yang larut dalam air seperti pektin, gum, dan hemiselulosa berhubungan dengan daya penurunan kadar kolesterol. Penderita hipertrigliseridemia (kelebihan trigliserida, sejenis lipida) yang mengkonsumsi makanan kaya karbohidrat kompleks (serat kasar) yang dikeringkan dapat menurunkan trigliserida dan total LDL-kolesterol serum. Hal ini karena adanya serat kasar sebagai senyawa antigizi mengakibatkan karbohidrat dicerna secara perlahan, dengan demikian dapat mengendalikan pengaruh hiperlipidemia. Dilaporkan pula bahwa *dietary fiber* yang diberikan pada pria dan wanita dewasa berusia 50 – 79 tahun dapat mencegah resiko PJK. Serat makanan mampu mengikat asam empedu (produk akhir kolesterol), dengan demikian dapat mencegah penyerapannya kembali dari usus. Di samping itu juga dapat meningkatkan ekskresinya melalui feses, sehingga akan meningkatkan konversi kolesterol serum darah menjadi asam empedu, akibatnya dapat menurunkan kadar kolesterol darah.

Metode pemberian kitin secara parenteral dapat dikatakan lebih baik dibanding dengan secara oral jika dilihat dari penurunan kadar LDL darah. Hal ini terlihat pada grafik bahwa penurunan kadar LDL dalam darah dengan metode parenteral lebih rendah jika dibandingkan dengan metode oral. Hal ini dapat terjadi karena pada pemberian secara parenteral, kitin udang yang diberikan dapat masuk seluruhnya ke dalam pencernaan tikus percobaan. Hal berbeda terjadi pada pemberian kitin udang secara oral. Hal ini dikarenakan pada metode oral, kitin udang yang diberikan dicampur ke dalam ransum sehingga tidak semua dapat masuk ke dalam pencernaan tikus percobaan.

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 17) menunjukkan bahwa perbedaan metode pemberian dan konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar LDL darah

tikus ( $p < 0,05$ ). Grafik penurunan kadar LDL setiap tiga hari dapat dilihat pada Gambar 27.



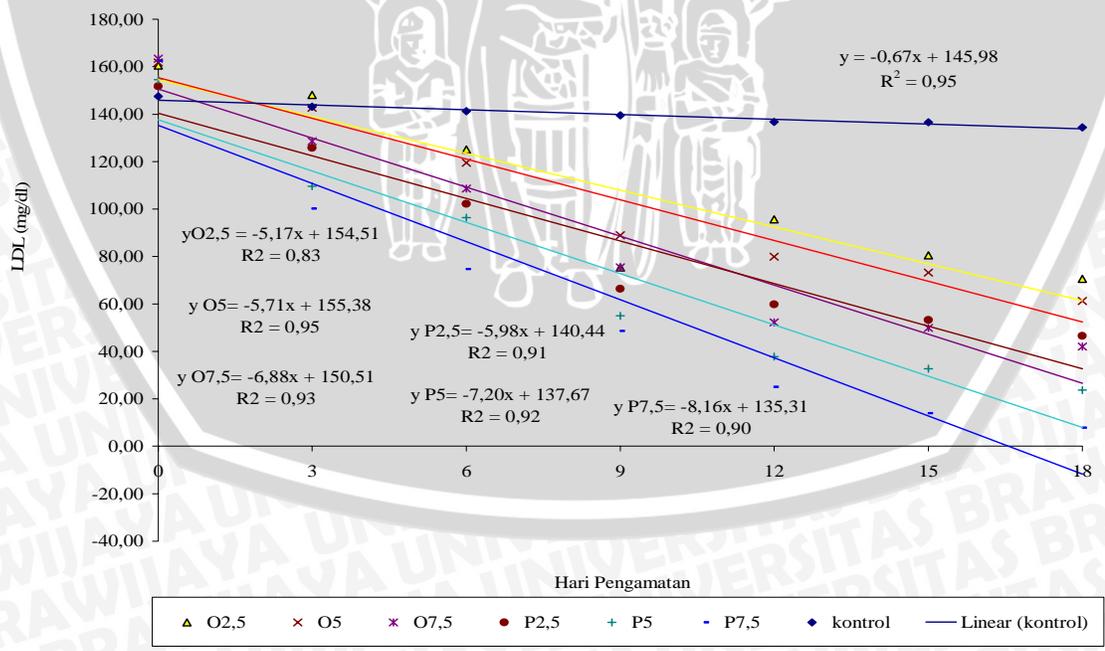
Gambar 27. Grafik penurunan kadar LDL darah tikus setiap tiga hari berdasarkan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda.

Berdasarkan grafik diatas, kadar LDL darah tikus perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar LDL darah tikus kontrol. Kadar LDL tikus kontrol tetap stabil sedangkan kadar LDL tikus perlakuan mengalami penurunan, dimana pada hari ke-18, kadar LDL tikus kontrol belum mengalami penurunan yang begitu besar, sehingga dapat dikatakan bahwa CMC makanan belum mampu untuk menjadikan kadar LDL darah menjadi normal sampai pada hari ke-18. Nilai kadar LDL darah tikus perlakuan terendah diperoleh tikus dengan perlakuan pemberian secara perenteral pada konsentrasi 7,5% ( $P_{7,5}$ ) dimana pada hari ke 3 telah mengalami penurunan mencapai  $< \pm 100$  mg/dl. . Menurut Surya (2006), kadar LDL normal  $< 100$  mg/dl. Nilai kadar LDL

darah tikus menunjukkan perbedaan yang nyata antara konsentrasi 2,5%, 5,0% dan konsentrasi 7,5%. Nilai kadar LDL darah tikus terendah diperoleh dari konsentrasi 7,5%. Pemberian tepung kitin secara parenteral lebih optimal dalam menurunkan kadar LDL darah tikus jika dibandingkan dengan kontrol dan pemberian tepung kitin secara oral.

Menurut Surya (2006), Low Density Lipoprotein (LDL) adalah lipoprotein utama pengangkut kolesterol dalam darah yang terlibat dalam proses terjadinya penyakit jantung koroner (PJK). Semakin tinggi kadar kolesterol-LDL dalam darah menjadi petanda semakin tingginya risiko PJK, karena itu kolesterol-LDL biasa juga disebut 'kolesterol jahat'. Penurunan kolesterol-LDL pada individu yang mempunyai penyakit jantung, atau yang mempunyai risiko PJK, dapat memperlambat perkembangan aterosklerosis, mengurangi kejadian infark miokard dan mengurangi mortalitas.

Hasil regresi hubungan kadar LDL darah tikus untuk perlakuan secara oral dan parenteral lamanya konsumsi kitin udang dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Grafik hubungan antara perbedaan metode pemberian kitin udang dan konsentrasi terhadap kadar LDL darah tikus

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tikus kontrol didapatkan persamaan  $y = -0,67x + 145,98$  dengan  $R^2 = 0,95$ , menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus kontrol mengalami penurunan LDL sebesar 0,67, maka pada perlakuan kontrol mengalami penurunan LDL darah yang kecil. Untuk tikus perlakuan yang diberi kitin secara O 2,5% didapatkan persamaan  $y = -5,17x + 154,51$  dengan  $R^2 = 0,83$ , menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus berkurang 5,17, maka kadar LDL tikus akan normal pada hari ke-26; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O 5,0% didapatkan persamaan  $y = -5,71x + 155,38$  dengan  $R^2 = 0,95$ , menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus berkurang 5,71, maka kadar LDL tikus akan normal pada hari ke-23; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara O 7,5% didapatkan persamaan  $y = -6,88x + 150,51$  dengan  $R^2 = 0,93$ , menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus berkurang 6,88, maka kadar LDL tikus akan normal pada hari ke-19; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 2,5% didapatkan persamaan  $y = -5,98x + 140,44$  dengan  $R^2 = 0,91$ , menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus berkurang 5,98, maka kadar LDL tikus akan normal pada hari ke-20; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 5% tepung didapatkan persamaan  $y = -7,20x + 137,67$  dengan  $R^2 = 0,92$ , menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus berkurang 7,2055, maka kadar LDL tikus akan normal pada hari ke-16; untuk tikus perlakuan yang diberikan secara P 7,5% didapatkan persamaan  $y = -8,16x + 135,31$  dengan  $R^2 = 0,90$  menunjukkan bahwa setiap hari LDL darah tikus berkurang 8,16, maka kadar LDL tikus akan normal pada hari ke-14; Dari garis regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar LDL darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian kitin udang dengan pemberian secara oral dan parenteral. Jika dilihat dari slopenya maka dapat ditarik kesimpulan jika semakin besar slopenya

maka semakin besar juga pengaruh kitin udang dan konsentrasi terhadap penurunan kadar LDL tikus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil regresi hubungan kadar LDL darah tikus dengan produk kitin udang secara oral, parenteral dan lamanya konsumsi

No.	Tepung kitosan udang	Persamaan	R <sup>2</sup>	LDL akan normal pada hari ke-
1.	O 2,5%	$y = -5,17x + 154,51$	0,83	26
2.	O 5,0%	$y = -5,72x + 155,38$	0,95	23
3.	O 7,5%	$y = -6,88x + 150,51$	0,93	19
4.	P 2,5%	$y = -5,99x + 140,44$	0,91	20
5.	P 5,0%	$y = -7,20x + 137,67$	0,92	16
6.	P 7,5%	$y = -8,17x + 135,31$	0,90	14

Data laju penurunan kadar LDL (mg/dl) pada tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 23, sedangkan untuk laju penurunan kadar LDL (mg/dl) pada tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 29.

Menurut Schreck dan Moyle (1990), laju pertumbuhan relatif (LPR) kadar LDL tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{LPR (g/hari)} = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1(t_2 - t_1)}$$

Ket :  $Y_2$  = Kadar LDL pada hari ke-x

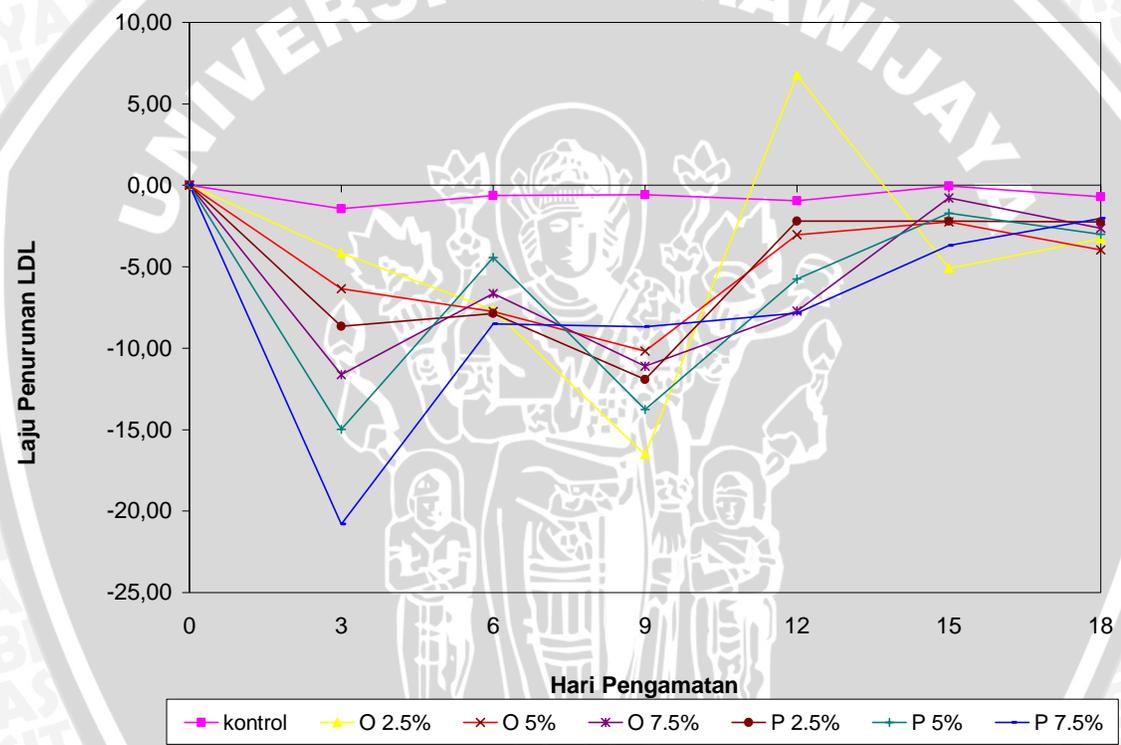
$Y_1$  = Kadar LDL pada hari sebelumnya

$t_2$  = Hari ke-x

$t_1$  = Hari sebelumnya

Tabel 23. Laju penurunan kadar LDL tikus per 3 hari (mg/dl/hari)

Hari	Kontrol	Oral			Parenteral		
		2,5%	5,0%	7,5%	2,5%	5,0%	7,5%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-1.45	-1,45	-4,17	-6,34	-11,63	-8,67	-14,98
6	-0.64	-0,64	-7,65	-7,74	-6,63	-7,86	-4,42
9	-0.59	-0,59	-16,54	-10,18	-11,11	-11,92	-13,77
12	-0.94	-0,94	6,75	-3,02	-7,71	-2,20	-5,76
15	-0.04	-0,04	-5,10	-2,26	-0,77	-2,19	-1,71
18	-0.70	-0,70	-3,28	-3,96	-2,63	-2,24	-3,01



Gambar 29. Grafik pengaruh pemberian kitin udang secara oral, parenteral dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar LDL pada tikus

Berdasarkan grafik tersebut maka dapat dilihat pengaruh konsumsi tepung kitin udang dengan metode pemberian dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar LDL tikus putih wistar. Dimana terlihat sangat jelas dari hari ke hari kadar LDL tikus perlakuan terus menunjukkan penurunan, baik untuk perlakuan oral maupun

parenteral. Sedangkan untuk tikus kontrol berdasarkan hasil laju penurunan kadar LDL darah, kadar LDL darah tikus kontrol tetap dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan serat yang terkandung dalam CMC 5% dalam ransum standart belum optimal menurunkan kadar LDL darah tikus menjadi normal pada hari yang ke-18.

#### 4.5.5 Kadar Kolesterol Feses

Hasil analisis kolesterol dalam feses tikus dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Kadar kolesterol feses tikus (mg/g)

No.	Perlakuan	Rata-rata Kolesterol Feses (mg/g)	
		Hari ke-0	Hari ke-6
1.	Kontrol	11,15	8,62
2.	Oral 2,5%	9,39	13,11
3.	Oral 5,0%	9,23	12,06
4.	Oral 7,5%	9,30	13,05
5.	Parenteral 2,5%	15,60	18,29
6.	Parenteral 5,0%	14,45	18,03
7.	Parenteral 7,5%	15,08	18,68

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa, kandungan kolesterol dalam feses untuk perlakuan secara oral mengalami penurunan dari hari ke-0 ke hari ke-6 sedangkan kandungan kolesterol dalam feses untuk perlakuan secara parenteral mengalami peningkatan dari hari ke-0 ke hari ke-6. Untuk nilai kolesterol feses tertinggi terdapat pada perlakuan secara parenteral dengan konsentrasi 7,5%, baik hari ke-0 mupun hari ke-6. Sedangkan nilai kolesterol feses terendah terdapat pada perlakuan secara oral dengan konsentrasi 2,5%, baik hari ke-0 maupun hari ke-6.

Adapun untuk kontrol, nilai kolesterol feses mengalami penurunan dari hari ke-0 ke hari ke-6. Hal ini dipengaruhi bahwa serat yang dikandung oleh CMC kurang optimal untuk mengikat kolesterol sehingga kolesterol yang terdapat dalam feses jumlahnya kecil.

Untuk nilai kolesterol feses perlakuan oral yang mengalami penurunan dari hari ke-0 ke hari ke-6 bisa disebabkan karena metode pemberian yang secara oral jadi kitin udang tidak bisa masuk semua ke dalam pencernaan tikus percobaan jadi kemampuan pengikatan kolesterol kurang maksimal. Sedangkan untuk nilai kolesterol feses perlakuan parenteral yang mengalami peningkatan dari hari ke-0 ke hari ke-6 bisa disebabkan karena metoda pemberian yang secara parenteral jadi kitin udang bisa masuk semua ke dalam pencernaan tikus percobaan jadi kemampuan pengikatan kolesterol lebih maksimal. Dalam hal ini jenis serat yang berperan dalam mengikat kolesterol adalah serat larut air seperti pektin, gum dan sedikit hemiselulosa. Sedangkan jenis serat yang berperan dalam membantu memperlancar pengeluaran feses adalah serat tidak larut air seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa (Wardlaw *et al.*, 2004).

Untuk perlakuan kontrol, kandungan kolesterol dalam feses pada hari ke-0 sebesar 11,15 mg/g. Nilai ini masih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan secara oral konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5%. Perlakuan secara parenteral 2,5%, 5,0% dan 7,5% jumlah kolesterol feses berbeda jauh dengan kontrol. Sedangkan Untuk perlakuan kontrol pada hari ke-6, kandungan kolesterol dalam feses sebesar 8,62 mg/g. Nilai ini masih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan secara parenteral konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5%. Hal ini dipengaruhi bahwa serat yang dikandung oleh CMC kurang optimal untuk mengikat kolesterol sehingga kolesterol yang terdapat dalam feses jumlahnya kecil. Dengan demikian, konsentrasi yang diberikan semakin besar maka semakin banyak kolesterol yang terikat oleh serat. Sehingga akan semakin meningkatkan kandungan kolesterol dalam feses. Dengan semakin besarnya jumlah kolesterol dalam feses, maka kadar kolesterol dalam darah juga akan semakin berkurang. Hal ini dapat diketahui dari kadar kolesterol dalam darah tikus pada hari ke-0 untuk perlakuan kontrol

236,91±0,44mg/dl; untuk pelakuan oral 2,5%, 5,0% dan 7,5% sebesar 243,4±0,85 mg/dl; 248,28±0,75 mg/dl, dan 246,8±0,73 mg/dl dan untuk perlakuan parenteral 2,5%, 5,0% dan 7,5% sebesar 237,91±0,76 mg/dl, 244±0,71 mg/dl, dan 251,29±0,65 mg/dl kondisi ini masih hiperlipid dikarenakan pengambilan feses dilakukan sehari setelah pemberian ransum sehingga saat pengambilan serum darah, serat pada tiap-tiap perlakuan pemberian tepung kitin belum di metabolisme oleh sistem pencernaan tikus. Sedangkan kadar kolesterol dalam darah tikus pada hari ke-6 untuk perlakuan kontrol 231.17±0.85 mg/dl; untuk pelakuan oral 2,5%, 5,0% dan 7,5% sebesar 213,63±1,69 mg/dl; 206,8±1,06 mg/dl, dan 200,59±0,96 mg/dl dan untuk perlakuan parenteral 2,5%, 5,0% dan 7,5% sebesar 192,88±0,86 mg/dl, 187,03±1,44 mg/dl, dan 167,61±1,97 mg/dl pada kondisi ini kadar kolesterol dalam darah telah mengalami penurunan, semakin besar konsentrasi tepung kitin yang diberikan semakin besar penurunan kadar kolesterol dalam darah.

Dari hasil analisis kolesterol feses tersebut diatas maka dapat diketahui bahwa semakin banyak serat yang dimakan maka semakin cepat penurunan kolesterol feses dalam darah tikus wistar sehingga kandungan kolesterol yang ikut terbuang bersama feses semakin besar. Hal ini diduga kandungan serat dalam pemberian kitin udang benar-benar mampu mengikat kelebihan lemak dan membawanya keluar dari tubuh melalui feses. Serat pangan merupakan komponen penting dalam diet sehari-hari. Kenaikkan konsumsi serat pangan dapat berinteraksi secara langsung dalam proses absorpsi baik didalam usus halus maupun didalam usus besar. Dalam usus halus serat pangan akan menyerap dan mengikat asam-asam empedu dan selanjutnya akan dikeluarkan dari tubuh bersama-sama dengan tinja. Berkurangnya asam empedu tersebut akan meyebabkan hati mensintesis asam empedu lagi, sehingga kolesterol yang

merupakan bahan dasar sintesis asam empedu tersebut, jumlahnya akan berkurang baik kolesterol dalam darah maupun dalam jaringan (Anonymous, 2003<sup>a</sup>).

Tugas utama dari serat yaitu untuk melancarkan gerak peristaltik usus, sekaligus memudahkan pengeluaran sisa-sisa makanan. Serat membersihkan sisa makanan dengan cara mengikat sisa makanan dalam usus dan menyerap air sebanyak-banyaknya. Dengan begitu volume tinja menjadi meningkat dan lunak, sehingga bisa dengan mudah dan cepat dikeluarkan oleh usus. Hasilnya proses buang air besar pun menjadi lancar. Bukan itu saja, lemak dan aneka macam produk hasil metabolisme tubuh yang tidak diperlukan tubuh, juga ikut terbuang (Anonymous, 2003<sup>b</sup>). Dalam hal ini jenis serat yang berperan dalam mengikat kolesterol adalah serat larut air seperti pektin, gum dan sedikit hemiselulosa. Sedangkan jenis serat yang berperan dalam membantu memperlancar pengeluaran feses adalah serat tidak larut air seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa (Wardlaw *et al.*, 2004). Kitin udang mengandung serat larut air sebesar 0,11% dan serat tidak larut air sebesar 71,72%, hal inilah yang diduga dapat menurunkan kadar lipid darah dalam kondisi berlebih kemudian mengeluarkannya dari dalam tubuh bersama dengan feses.

Menurut Waspadji (1990), serat makanan dapat dibagi dua bagian besar yaitu serat larut dan serat tidak larut. Serat larut berpengaruh baik terhadap metabolisme karbohidrat dan lemak. Serat larut didalam usus besar diragikan menjadi gas dan asam lemak rantai pendek yang dengan cepat dikeluarkan/dibuang sehingga kurang berpengaruh terhadap massa feses, sedangkan serat tidak larut lebih banyak berpengaruh terhadap massa feses, tetapi sedikit mempunyai pengaruh metabolik.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh pemberian kitin dari cangkang udang windu (*Peaneus monodon*) secara oral dan parenteral dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar lipid serum darah tikus putih wistar (*Rattus novergicus*) maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsumsi kitin udang windu (*Peaneus monodon*) baik secara oral maupun parenteral mampu menurunkan kadar lipid serum darah tikus wistar. Metode pemberian secara parenteral jauh lebih maksimal dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar.
2. Penurunan kadar lipid darah tikus wistar tercepat terjadi pada perlakuan pemberian kitin udang (*Peaneus monodon*) dengan cara parenteral dengan konsentrasi 7,5% dengan nilai kadar kolesterol 107,46 mg/dl dibandingkan dengan kondisi kontrol senilai 225,49 mg/dl. Penurunan kadar trigliserida darah tikus nilai kadar trigliserida darah tikus perlakuan terendah diperoleh pada konsentrasi 7,5% dengan metode pemberian paling baik, metode pemberian secara parenteral senilai 77,67mg/dl dengan kondisi kontrol senilai 123,09mg/dl. Peningkatan kadar HDL darah tikus, nilai tertinggi terdapat pada konsentrasi 7,5% dengan metode pemberian secara parenteral dengan nilai 84,06mg/dl dengan kondisi kontrol senilai 66,4mg/dl. Dan penurunan kadar LDL darah tikus nilai kadar LDL darah tikus perlakuan terendah diperoleh pada konsentrasi 7,5% dan metode pemberian paling baik diperoleh pada metode pemberian secara parenteral senilai 7,86mg/dl dengan kondisi kontrol senilai 134,47mg/dl.

## 5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pemberian kitin udang terhadap organ tubuh tikus putih wistar (hati dan ginjal) dengan uji hispatologi.
- Perlu sosialisasi lebih kepada masyarakat untuk memanfaatkan cangkang udang sebagai kitin yang mempunyai efek positif terhadap kesehatan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- ADA. 2002. Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. Journal of The American Dietetic Association. <http://www.gnufoods.com>. Diakses: 6 Juli 2006. 8 hal.
- Adam, J.M.F.1997. Manfaat Klinik pengobatan Menurunkan Kadar Kolesterol. Pengalaman dari Penelitian Woscop dan Care. Journal Medical Nusantara. Vol.8. hal. 146-153.
- Afrianto, E. 1992. Pemanfaatan hasil Laut. Kanisius. Yogyakarta. 23 hal.
- Angka, S. L dan M. T Suhartono. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 59
- Anonymous. 2003. Pengolahan Ikan dan Hasil Laut. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Paket Teknologi 2. Jakarta. 69 hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>a</sup>. Kolesterol. Majalah Nirmala. <http://cybermed.cbn.net.id>. Diakses 28 November 2008. 2 hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>b</sup>. Macam dan Sumber Serat. <http://www.vegeta.com>. Diakses 28 November 2008. 7 hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>c</sup>. Serat kitosan Mengikat Lemak. <http://www2.kompas.com>. Diakses 22 November 2008. 1 hal.
- \_\_\_\_\_. 2004<sup>a</sup>. Serat Mengikat Glukosa, Menurunkan Kolesterol. <http://www.kompas.com>. Diakses 25 April 2006. 4 hal
- \_\_\_\_\_. 2007. Makanan Pengganti Bagi Diabetes. <http://www.info-sehat.com/content.php?sid=1055>. Diakses tanggal 17 Maret 2008. 1 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2008. Udang Windu. [http://en.wikipedia.org/wiki/Penaeus\\_monodon](http://en.wikipedia.org/wiki/Penaeus_monodon). diakses tanggal 17 Maret 2008. 1 hal
- \_\_\_\_\_. 2008<sup>a</sup>. Kapsul Kitosan Tiens.[http:// tiens-stokis47.com](http://tiens-stokis47.com) tgl 2 April 08. 10.04. 1 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2008<sup>b</sup>. Struktur Kimia (1). [pkukmweb.ukm.my/~mbz/kitosan/struktur1.html](http://pkukmweb.ukm.my/~mbz/kitosan/struktur1.html). diakses 30 Januari 2009. 15.00. 1 Hal

- Anwar, T.Bahri Dr. 2003. Manfaat Diet Pada Penanggulangan Hiperkolesterolemi. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. 9 hal
- Arlus. 1991. Mempelajari Ekstraksi Kitin / Kitosan Dari Kulit Udang Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Koagulasi Protein Limbah Pengolahan Pindang Tongkol (*Euthynus affinis*). Tesis, Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 67 hal
- Astuti. M. 1986. Uji Gizi I. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 57 hal.
- Austin, P.R. J.E. Castel dan J.C. Bussers. 1988. Sources of Chitin, Estimated Data on Chitin Biomass and Production. University of Liege, Zoological Institute Ed. Van Beneden, B-4020 Liege. Belgium. 29 hal
- Back, H.J. and Cadwallader, K.R. 1995. Enzymatic hydrolysis of Crayfish Processing By Products. Journal of Food Science. 60 (5): 929-935.
- Bastaman, S. 1989. Studies on Degradation and Extraction of Chitin Chitosan from Prawn Shell (*Nephorps norvegicus*). Thesis. The Queens University of Belfast. 51 hal
- Dorian, T. 2001. Benefit of Wheat Brand. <http://www.chistianity.com>. Diakses 7 Juli 2006. 7 hal.
- Girindra, A. 1986. Biokimia I. PT. Gramedia. Jakarta. 85 hal.
- Guyton, A. 1993. Fisiologi Kedokteran. Edisi 5. Bagian 2. Alih Bahasa Oleh A. Dharma dan P. Lukmanto. Penerbit Buku Kedokteran. EGC. Jakarta. 696 hal.
- Hambali, H. 2003. Ada Serat, Jantung Sehat. [http://mail\\_archive.com](http://mail_archive.com). Diakses 23 Februari 2008. 3 hal.
- Hardjito, L.1992. Kitosan Pengganti Formalin. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. hal 45
- Hartono, A. 2000. Asuhan Nutrisi Rumah Sakit, Diagnosi, Konseling dan Preskripsi. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 197 hal
- Heslet, L. 2004. Kolesterol yang Perlu Anda Ketahui. Diterjemahkan oleh Anton Adiwiyoto. Kesaint Blanc Anggota IKAPI. Jakarta. 99 hal.
- Irawan, B. 2002. Efisiensi Ekstraksi Kitosan dari Udang Windu. <http://adln.lib.unair.ac.id/>. Diakses 6 April 2008. 3 hal

- Jeuniaux, C.; M.F. Voss-Foucart; M. Poulick dan J.C. Bussers. 1988. Sources of Chitin, Estimated data on Chitin Biomass and production. University of Liege, Zoological Institute Ed. Van Beneden, B-4020 Liege. Belgium. 39 hal
- Joseph, G. 2002. Manfaat Serat Makanan Bagi Kesehatan Kita. Makalah falsafah Sains Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 8 Hal.
- Kaptiningsih, A. 1990. Kolesterol Ensiklopedi Nasional Indonesia. Jilid 9. PT. Cipta Adi Pustaka. Jakarta. hal 37-38.
- Kasim, S. R. 2004. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi dan Lama Pemberian Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) terhadap Kadar Lipid Serum Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus novergicus*). Tidak diterbitkan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Hal 11.
- Katzung, B.G. 2002. Farmakologi : Dasar dan Klinik. Penerjemah : Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Penerbit Salemba Medika. Jakarta. 79 hal
- Krissetiana, H. 2004. Kitin dan Kitosan dari Limbah Udang. [www.suaramerdeka.com](http://www.suaramerdeka.com). Diakses 6 April 2008. 3 hal
- Linder, M. C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Alih bahasa oleh Aminuddin Parakkasi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 781 Hal.
- Mekawati, Fachriyah E, Sumardjo D. 2000. Aplikasi Kitosan Hasil Transformasi Kitin Limbah Udang (*Penaeus merguensis*) untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal. Jurnal Sains dan Matematika Vol 8 No 2 April 2000. Hal 51-54
- Montgomery, R., R.L. Dryer, T. W. Conway, dan A. A. Spector. 1993. Biokimia. Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus. Jilid 2. Alih bahasa oleh M. Ismadi. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 1372 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.

- Muzarelli, R.A.A. 1977. Chitin. Pergamon Press. Oxford University. United Kingdom. 74 hal
- Nasional Research Council (NRC). 1978. Nutrient Requirements of Sciences. Washington DC. 7 hal.
- Olson, R. E, H. P. Broquist, C. O. Chichester, W. J. Darby, A. C. Kolbye and R. M. Stalvey. 1987. Energi dan zat-zat Gizi. PT. Gramedia. Jakarta. 278 hal.
- Pasaribu, N. 2008. Berbagai Ragam Pemanfaatan Polimer. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan. Universitas Sumatera Utara. 8 Hal.
- Pilliang, W. G dan S. Djojosoebagio. 2002. Fisiologi Nutrisi. Volume I. Edisi kedua. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 279 hal.
- Pramono, G.H.; W. Ambarwulan; dan M. I. Cornelia. 2005. Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Tambak Udang. Pusat Survey Sumberdaya Alam Laut. Bogor. 32 hal
- Ranakusuma, A.B. 1990. Diabetes Mellitus: Tenang Menghanyutkan. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 45 hal
- Rifal, N., Bachorich, P.S., and Albers, J.J. 1999. Lipid, Lipoprotein and Apoprotein. In : Burtis, C.A., Ashwood, E.R., editor : Tietz Textbook of Clinical Chemistry. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 132 hal
- Rismana, E. 2004. Chitosan Mengikat Lemak. Pusat P2 Teknologi Farmasi dan Medika, BPPT, Jakarta 8 hal
- Rismana, E. 2002. Langsing dan Sehat Lewat Limbah Perikanan. [http://www.pikiran\\_rakyat.com/index.html](http://www.pikiran_rakyat.com/index.html) tgl 18 Maret 08. 1 hal.
- Santoso, U.1991. Studi Tentang Kitin Cangkang Udang (Pangeus Merquensis)I: Isolasi Menggugurkan Actinase E dan EDTA. Agritech. 10 (3). Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta. 8 hal.
- Santoso. M. dan T. Setiawan. 2005. Penyakit Jantung Koroner. SMF Penyakit Dalam RSUD Koja / Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Ukrida, Jakarta. 5 Hal.
- Sargowo, D. 1997. Hiperlipidemia Pada Penyakit Jantung Koroner dan Sindroma Koroner Aku. Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Hayati Volume 9. No. 2 Desember 1997. Lembaga Penelitian Universitas Brawijaya. Malang. hal 80-81.
- Schact, W. Kamus Kedokteran. PT Rineka Cipta. Jakarta. Hal 128-129.

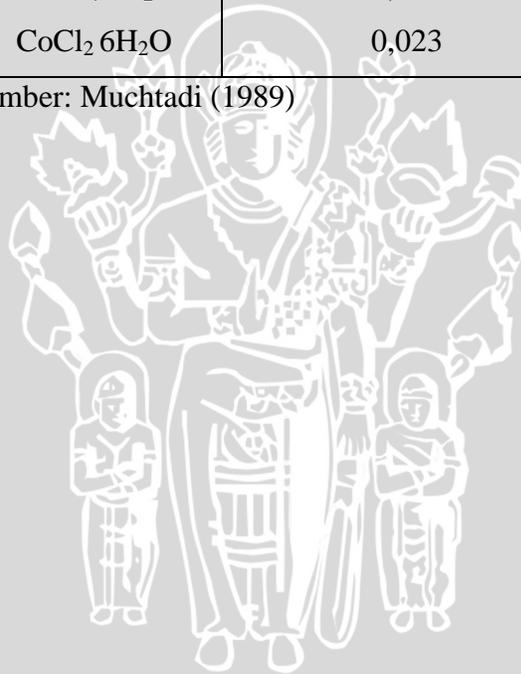
- Schreck, B.C and P.B Moyle. 1990. Methods For Fish Biologi. American Fisheries Soziety Bethesda, Marland. USA. Hal 363-387
- Siagian, A. 2003. Tentang Serat Makanan. <http://www.kompas.co.id>. Diakses 20 Juli 2008. 3 hal
- Sitompul, S. M dan Bambang G. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. UGM Press. Yogyakarta.72 hal.
- Sivakumar, R; R. Rajesh; S. Buddhan; R. Jeyakumar; D. Rajaprabhu; B. Ganesan; dan R. Anandan. 2007. Antilipidemic Effect of Chitosan Against Experimentally Inducec Myocardial Infarction In Rats. Journal of Cell and Animal Biology Vol.1. Hal 1-6.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. Hal 111.
- Suhardi. 1993. Khitin dan Khitosan. Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 23 hal
- Suhardjo dan C. M. Kusharto. 1992. Ilmu Gizi. Kanisius. Yogyakarta. 160 hal.
- Sulaeman, A., F. Anwar, Rinbauan, dan S. A. Marliyati. 1993. Metode Analisis Komposisi Zat Gizi Makanan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 107 hal.
- Suriawiria, U. 2003. Bahan Baku Industri Bernilai Tinggi. <http://www.kompas.com>. Diakses 7 Juni 2006. 6 Hal.
- Surya, A. 2006. Profil Lipid dan Risiko Penyakit Jantung Koroner. <http://andisuryaamal.multiply.com>. Diakses 9 September 2008. 1 Hal.
- 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 31-34
- 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.
- Tabrani. 1982. Masatua Yang Berguna Bahagia dan Sejahtera. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 36 hal.

- Tranggono. 1992. Buku Monograf. Biokimia. Pusat Antar Universitas. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 735 hal.
- Wardlaw, G. M., J. S. Hampl and R.A. Disilvestro. 2004. Perspectives In Nutrition. Sixth Edition. Higher Education. Companies. New York. 728 pp.
- Wasito. 1992. Hewan Model Dalam Uji Gizi. Pusat Antar Universitas. Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 175 hal.
- Waspadji, S. 1990. Diabetes Mellitus dan Serat. Journal of Indonesian Nutrition Association. Gizi Indonesia. P.61-72.
- Widjanarko, S.B. 1996. Analisa Hasil Pertanian. Jilid 1. Diktat Kuliah. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 58 hal
- Wikanta, T, R. R. Nasution dan Lestari R. 2003. Pengaruh Pemberian Natrium Alginat Terhadap penurunan Kadar Kolesterol Total Darah dan Bobot Badan Tikus. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Volume 9 nomor 5. hal 23-31.
- Wilbraham, Anthony. C. dan Michael S. M. 1992. Pengantar Kimia Organik dan Hayati; Terjemahan Suminar Achmadi. Penerbit ITB. Bandung. 321 hal.
- Winarno, F. G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. P.T. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 Hal.
- Winarsih, H. 2001. Peran Serat Makanan (*Dietary Fiber*) Untuk Mempertahankan Tubuh Sehat. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. <http://www.hayati-ipb.com/users/rudyc/indiv2001>. Diakses: 6 Juli 2006. 5 hal.
- Wirawan, J. 2004. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Rumput Laut *Euचेuma spinosum* dan Lama Perlakuan Terhadap Lipid Serum Darah Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. 93 hal.
- Wooten, J and Singer, N.S. 2001. Method of Extracting Chitin from the Shells of Exoskeletal Animals. <http://www.patentstorm.us>. Tgl 31 Maret 08. 12.13. 1 hal.
- Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 299 hal.

Lampiran 1. Komposisi mineral *mix* dalam 1000 g

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

Sumber: Muchtadi (1989)



## Lampiran 2. Komposisi vitamin "Superviton" 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 yang digunakan dalam penelitian

- Kebutuhan kalori manusia dewasa per hari adalah 2500 kal.
- Kebutuhan karbohidrat manusia per hari adalah  
 $65 \% \times 2500 \text{ kal} = 1625 \text{ kal}$   
 $= 406,25 \text{ gram.}$
- Jumlah serat yang dibutuhkan manusia rata-rata 30 g/hari, maka persen serat yang dibutuhkan manusia per hari adalah  $30 \text{ g} / 406,25 \text{ g} \times 100 \% = 7,3 \%.$

Hasil tersebut merupakan dasar pengambilan konsentrasi kitin yang diberikan pada tikus secara parenteral. kitin ini sebagai pengganti CMC (*Carboxyl Metyl Cellulose*).

Hasil tersebut dibulatkan menjadi 7,5 % dan ditentukan sebagai konsentrasi ke-2. Konsentrasi ke-1 yaitu 5 % didasarkan pada jumlah CMC sebanyak 5 % yang digunakan pada ransum standar. Sedangkan konsentrasi ke-3 yaitu 2,5 % ditentukan untuk mengetahui pengaruh pemberian kitin yang paling efektif.

#### Lampiran 4. Prosedur Analisa Parameter Uji

- Kadar Air

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

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

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

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

- Kadar Protein

Menurut Sudarmadji *et al.*, (1997) prosedur 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  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ , 0,35 g HgO dan 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat. Panaskan semua bahan dalam labu Kjeldahl dalam lemari asam sampai mendidih dan cairan jernih. Teruskan pemanasan tambahan lebih kurang 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  $K_2S$  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 pada sampel.
- Perhitungan :

$$\% \text{ kadar N} = \frac{(\text{ml NaOH blanko} - \text{ml NaOH sampel})}{\text{gram sampel} \times 1000} \times 100 \times 14,008$$

- 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 :

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

- Kadar Lemak

Prosedur kerja analisis kadar lemak adalah sebagai berikut sampel kering sebanyak 5 gram dibungkus dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya dan dimasukkan dalam thimble lalu dipasang pada gelas penyangga yang berada tepat dibawah kondensor alat destilasi *Goldfish*. Selanjutnya petroleum ether sebagai pelarut dimasukkan dalam gelas piala dan dipasang pada kondensator kemudian air pendingin pada kondensor dialirkan. Ekstraksi ini dilakukan selama 3-4 jam. Setelah ekstraksi selesai, sampel dalam thimble diambil dan dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu 100<sup>0</sup>C sampai konstan. Berat residu (hasil ekstraksi) dalam botol timbang dinyatakan sebagai berat lemak. Perhitungan kadar lemak sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{(\text{berat sampel} + \text{berat kertas saring}) - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

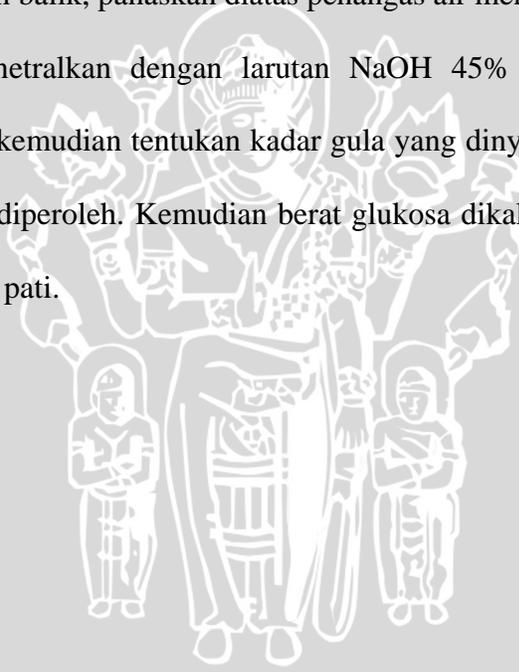
- Kadar Karbohidrat *by diferent*.

Prosedur analisis kadar karbohidrat adalah sebagai berikut:

- Timbang 2 g contoh, tambahkan 50 ml aquades dan aduk selama 1 jam. Suspensi

disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 250 ml. Filtrat ini mengandung karbohidrat yang terlarut dan dibuang.

- Untuk bahan yang mengandung lemak, maka pati yang terdapat sebagai residu pada kertas saring dicuci 5x dengan 10 ml ether. Biarkan ether menguap dari residu, kemudian cuci lagi dengan 150 ml alkohol 10% untuk membebaskan lebih lanjut karbohidrat yang terlarut.
- Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam erlenmeyer dengan pencucian 200ml aquades dan tambahkan 20 ml HCl  $\pm$  25%. Tutup dengan pendingin balik, panaskan diatas penangas air mendidih selama 2,5 jam.
- Setelah dingin netralkan dengan larutan NaOH 45% dan encerkan sampai volume 500 ml, kemudian tentukan kadar gula yang dinyatakan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh. Kemudian berat glukosa dikalikan 0,9 yang hasilnya merupakan berat pati.



Lampiran 5. Data jumlah konsumsi pakan tikus setiap 3 hari sekali (g/ekor)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	8.3	9.2	9.1	9.7	11.3	13	13
	2	9	10.5	10.2	10.7	11.1	12.3	13
	3	11.1	12.8	12.8	12.7	12.3	12.1	12.6
Oral 2,5%	1	8.2	7.5	6.5	8.8	9.5	11.3	13
	2	7.5	8.4	10.3	9.8	10.3	9.6	12.5
	3	8.2	11.3	11.8	11.1	11.3	11.7	11.5
Oral 5%	1	9	9.3	8.5	10.9	9.9	10.1	11.8
	2	7.4	11.9	12.2	10.6	8.5	11	11.5
	3	11	7.5	10	11.2	10.9	11.6	12
Oral 7,5	1	12.4	12.2	10.7	10.9	12.1	11.3	12.5
	2	8.9	10.2	9.9	12.1	11.2	12.6	11.8
	3	6.6	9.9	10.6	11.3	11.1	12.1	11.7
Parenteral 2,5%	1	8.3	9.2	9.1	9.7	11.3	13	13
	2	9	10.5	10.2	10.7	11.1	12.3	13
	3	11.1	12.8	12.8	12.7	12.3	12.1	12.6
Parenteral 5%	1	7.8	9.8	12.1	9.6	11.3	11.7	12.5
	2	6.2	10.5	12.7	12.4	11.5	11.9	12.8
	3	9.8	11.9	12.7	12.8	12.7	11.8	12.8
Parenteral 7,5%	1	7	9.9	9.7	12.4	12.1	12.8	12.8
	2	9.2	11.3	11.7	12.8	11.2	12.5	12.7
	3	12.2	8.8	9.6	8.6	10.7	11.3	13

Rumus untuk mengubah jumlah ransum (g/100 g BB)

$\text{Jumlah ransum (g)} \times 100 \text{ g BB} = \dots \text{g/100 g BB}$

Berat badan (g)

Lampiran 6. Hasil analisis statistik uji t jumlah konsumsi pakan tikus

Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus selang per 3 hari (g/100 g berat badan/hari pengamatan)

Metode Pemberian		Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Oral	0%	4,17±0,68 <sup>a</sup>	5,22±0,78 <sup>a</sup>	5,23±0,75 <sup>a</sup>	5,3±0,46 <sup>a</sup>	5,49±0,3 <sup>b</sup>	5,91±0,61 <sup>a</sup>	6,03±0,5 <sup>a</sup>
	2,5 %	3,5±0,49 <sup>a</sup>	4,03±0,39 <sup>a</sup>	4,33±0,6 <sup>a</sup>	4,56±0,38 <sup>a</sup>	4,7±0,35 <sup>b</sup>	5,06±1,1 <sup>a</sup>	5,7±1,31 <sup>a</sup>
	5%	3,95±0,62 <sup>a</sup>	4,19±1,12 <sup>a</sup>	4,5±0,93 <sup>a</sup>	4,69±0,1 <sup>a</sup>	4,1±0,5 <sup>a</sup>	4,6±0,19 <sup>a</sup>	4,96±0,16 <sup>a</sup>
	7,5 %	3,77±1 <sup>a</sup>	4,29±0,51 <sup>a</sup>	4,24±0,63 <sup>a</sup>	4,61±0,46 <sup>a</sup>	4,44±0,44 <sup>b</sup>	4,77±0,6 <sup>a</sup>	4,67±0,47 <sup>a</sup>
Parenteral	0%	4,17±0,68 <sup>a</sup>	5,22±0,78 <sup>a</sup>	5,23±0,75 <sup>a</sup>	5,3±0,46 <sup>a</sup>	5,49±0,3 <sup>b</sup>	5,91±0,61 <sup>a</sup>	6,03±0,5 <sup>a</sup>
	2,5 %	3,51±0,98 <sup>a</sup>	4,79±0,56 <sup>a</sup>	5,56±0,35 <sup>a</sup>	5,03±0,78 <sup>a</sup>	4,98±0,37 <sup>b</sup>	5,06±0,17 <sup>a</sup>	5,35±0,14 <sup>a</sup>
	5%	3,97±1,13 <sup>a</sup>	4,3±0,48 <sup>a</sup>	4,47±0,21 <sup>a</sup>	4,82±1 <sup>a</sup>	4,72±0,71 <sup>b</sup>	5,1±0,64 <sup>a</sup>	5,42±0,65 <sup>a</sup>
	7,5 %	3,68±0,42 <sup>a</sup>	5,06±0,68 <sup>a</sup>	4,04±0,58 <sup>a</sup>	5,56±0,45 <sup>a</sup>	5±0,29 <sup>b</sup>	5,15±0,4 <sup>a</sup>	5,42±0,25 <sup>a</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan bahwa kedua rata-rata berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  0,05%. Perbandingan berlaku pada kolom yang sama



Lampiran 7. Data berat badan tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (g/ekor)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	203	199	190	193	195	197	198
	2	214	213	212	212	214	216	218
	3	204	210	210	218	224	223	226
Oral 2,5%	1	202	193	179	176	186	179	183
	2	234	225	220	226	227	225	228
	3	254	253	253	256	253	255	255
Oral 5%	1	222	223	226	227	231	229	230
	2	226	224	220	230	240	239	239
	3	244	244	239	240	243	242	243
Oral 7,5	1	252	266	258	254	271	265	270
	2	277	276	271	275	281	273	280
	3	208	216	216	220	228	223	227
Parenteral 2,5%	1	203	199	190	193	195	197	198
	2	214	213	212	212	214	216	218
	3	204	210	210	218	224	223	226
Parenteral 5%	1	232	233	233	232	243	238	240
	2	238	216	216	221	234	227	233
	3	215	224	226	240	236	235	240
Parenteral 7,5%	1	220	212	214	212	221	220	217
	2	266	252	252	270	275	273	271
	3	232	234	227	223	232	230	229

Lampiran 8. Hasil analisis statistik uji t berat badan tikus

Berat badan tikus selang per 3 hari (g/ekor tikus/hari pengamatan)

Metode Pemberian	Hari Pengamatan							
	0	3	6	9	12	15	18	
Oral	0%	227,00±6,08 <sup>a</sup>	207,33±7,37 <sup>a</sup>	204,00±12,16 <sup>a</sup>	207,66±13,05 <sup>a</sup>	211,00±14,73 <sup>a</sup>	212,00±13,45 <sup>a</sup>	214,00±14,42 <sup>a</sup>
	2,5 %	230,00±26,22 <sup>a</sup>	223,66±30,02 <sup>a</sup>	217,33±37,07 <sup>a</sup>	219,33±40,41 <sup>a</sup>	222,00±33,77 <sup>a</sup>	219,66±38,27 <sup>a</sup>	222,00±36,37 <sup>a</sup>
	5%	230,66±11,71 <sup>a</sup>	230,33±11,84 <sup>a</sup>	228,33±9,71 <sup>a</sup>	232,33±6,80 <sup>b</sup>	238,00±6,24 <sup>b</sup>	236,66±6,80 <sup>b</sup>	237,33±6,65 <sup>a</sup>
	7,5 %	245,66±34,93 <sup>a</sup>	252,66±32,14 <sup>a</sup>	248,33±28,74 <sup>a</sup>	249,66±27,75 <sup>a</sup>	260,00±28,16 <sup>a</sup>	253,66±26,85 <sup>a</sup>	259,00±28,16 <sup>a</sup>
Parenteral	0%	227,00±6,08 <sup>a</sup>	207,33±7,37 <sup>a</sup>	204,00±12,16 <sup>a</sup>	207,66±13,05 <sup>a</sup>	211,00±14,73 <sup>a</sup>	212,00±13,45 <sup>a</sup>	214,00±14,42 <sup>a</sup>
	2,5 %	228,33±11,93 <sup>a</sup>	224,33±8,50 <sup>a</sup>	225,00±8,54 <sup>a</sup>	231,00±9,53 <sup>a</sup>	237,66±4,72 <sup>b</sup>	233,33±5,68 <sup>a</sup>	237,66±4,04 <sup>a</sup>
	5%	239,33±23,86 <sup>a</sup>	232,66±20,03 <sup>a</sup>	231,00±19,31 <sup>a</sup>	235,00±30,80 <sup>a</sup>	242,66±28,53 <sup>a</sup>	241,00±28,16 <sup>a</sup>	239,00±28,35 <sup>a</sup>
	7,5 %	238,00±18,02 <sup>a</sup>	235,00±21,28 <sup>a</sup>	236,66±17,38 <sup>a</sup>	229,66±20,10 <sup>a</sup>	252,66±16,56 <sup>b</sup>	242,66±21,36 <sup>a</sup>	238,33±12,85 <sup>a</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan bahwa kedua rata-rata berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  0,05%. Perbandingan berlaku pada kolom yang sama



Lampiran 9. Data jumlah feses tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (g/ekor)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	0.9	1.1	0.9	1.1	0.8	1.7	2.1
	2	1.2	1.3	1.1	1.2	0.9	1.4	1.9
	3	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.3	1.5
Oral 2,5%	1	3.9	4.7	1.4	1.3	2.1	0.9	0.3
	2	4.5	1.3	1.3	1.0	1.7	1.0	0
	3	3.5	1.0	0.8	1.5	1.8	1.3	1.0
Oral 5%	1	3	1.2	1.3	1.0	1.8	0.6	0.2
	2	4.5	1.7	1.1	2.7	1.0	0.5	0.3
	3	3	0.7	0.9	2.1	0.1	1.7	1.2
Oral 7,5	1	0.7	0.9	0.8	3.2	1.2	1.0	0.3
	2	3.7	0.9	0.3	1.3	1.3	0.6	1.3
	3	2.6	1.4	1.2	1.7	2.1	1.2	1.0
Parenteral 2,5%	1	0.9	1.1	0.9	1.1	0.8	1.7	2.1
	2	1.2	1.3	1.1	1.2	0.9	1.4	1.9
	3	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.3	1.5
Parenteral 5%	1	1.3	1.7	1.0	1.9	1.7	1.3	0.2
	2	1.0	1.3	0.9	1.0	1.5	1.7	0.5
	3	2.1	1.0	0.8	1.3	1.6	1.4	0.7
Parenteral 7,5%	1	0.9	1.0	0.8	0.7	0.5	1.1	0.8
	2	1.7	1.9	1.2	1.3	1.0	0.9	1.7
	3	1.3	0.8	1.1	0.7	1.0	1.0	0.9

Rumus untuk mengubah jumlah feses (g/100 g BB)

$$\frac{\text{Jumlah feses (g)}}{\text{Berat badan (g)}} \times 100 \text{ g BB} = \dots \text{g/100 g BB}$$

Berat badan (g)

## Lampiran 10. Hasil analisis statistik uji t jumlah feses tikus

Rerata jumlah feses tikus selang per 3 hari (g/100 g berat badan/hari pengamatan)

Metode Pemberian		Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Oral	0%	0,53±0,13 <sup>a</sup>	0,64±0,11 <sup>a</sup>	0,57±0,13 <sup>a</sup>	0,62±0,1 <sup>a</sup>	0,49±0,12 <sup>a</sup>	0,7±0,15 <sup>a</sup>	0,87±0,2 <sup>b</sup>
	2,5 %	1,74±0,32 <sup>b</sup>	1,14±1,13 <sup>a</sup>	0,56±0,23 <sup>a</sup>	0,59±0,15 <sup>a</sup>	0,86±0,23 <sup>a</sup>	0,49±0,04 <sup>a</sup>	0,19±0,2 <sup>a</sup>
	5%	1,52±0,41 <sup>b</sup>	0,53±0,24 <sup>a</sup>	0,48±0,1 <sup>a</sup>	0,83±0,37 <sup>a</sup>	0,41±0,37 <sup>a</sup>	0,39±0,27 <sup>a</sup>	0,24±0,22 <sup>a</sup>
	7,5 %	0,95±0,59 <sup>a</sup>	0,44±0,18 <sup>a</sup>	0,33±0,22 <sup>a</sup>	0,84±0,4 <sup>a</sup>	0,61±0,27 <sup>a</sup>	0,38±0,16 <sup>a</sup>	0,34±0,2 <sup>a</sup>
Pare nte Ral	0%	0,53±0,13 <sup>a</sup>	0,64±0,11 <sup>a</sup>	0,57±0,13 <sup>a</sup>	0,62±0,1 <sup>a</sup>	0,49±0,12 <sup>a</sup>	0,7±0,15 <sup>a</sup>	0,87±0,2 <sup>b</sup>
	2,5 %	0,65±0,29 <sup>a</sup>	0,59±0,14 <sup>a</sup>	0,4±0,04 <sup>a</sup>	0,6±0,19 <sup>a</sup>	0,67±0,03 <sup>a</sup>	0,63±0,11 <sup>a</sup>	0,2±0,11 <sup>a</sup>
	5%	0,54±0,12 <sup>a</sup>	0,52±0,21 <sup>a</sup>	0,44±0,06 <sup>a</sup>	0,38±0,09 <sup>a</sup>	0,34±0,1 <sup>a</sup>	0,42±0,09 <sup>a</sup>	0,46±0,14 <sup>b</sup>
	7,5 %	0,55±0,16 <sup>a</sup>	0,41±0,11 <sup>a</sup>	0,47±0,06 <sup>a</sup>	0,45±0,04 <sup>a</sup>	0,47±0,05 <sup>a</sup>	0,39±0,11 <sup>a</sup>	0,3±0,12 <sup>a</sup>

Keterangan : n = 3 ulangan

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan bahwa kedua rata-rata berbeda tidak nyata pada  $\alpha$  0,05%. Perbandingan berlaku pada kolom yang sama



Lampiran 11. Data kolesterol tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	236,65	234,25	230,22	230,28	226,51	228,21	225,64
	2	237,42	234,26	231,42	229,23	227,09	226,45	224,13
	3	236,66	233,31	231,87	229,54	227,64	227,89	226,69
Oral 2,5%	1	243,03	237,38	211,81	200,00	189,92	183,92	165,36
	2	242,79	235,86	213,95	203,74	187,25	181,83	166,03
	3	244,37	232,45	215,14	198,67	188,74	182,47	167,72
Oral 5%	1	248,61	232,35	206,52	183,27	175,14	168,26	159,33
	2	247,42	230,28	205,91	185,24	175,30	169,29	159,55
	3	248,81	228,49	207,97	181,45	173,65	168,13	158,88
Oral 7,5	1	246,22	215,13	199,67	174,50	150,75	149,58	145,42
	2	246,57	219,12	200,50	173,67	151,39	150,86	143,72
	3	247,62	217,79	201,59	172,88	152,77	149,00	146,45
Parenteral 2,5%	1	236,65	234,25	230,22	230,28	226,51	228,21	225,64
	2	237,42	234,26	231,42	229,23	227,09	226,45	224,13
	3	236,66	233,31	231,87	229,54	227,64	227,89	226,69
Parenteral 5%	1	238,25	217,47	192,88	161,75	153,33	148,12	143,34
	2	238,45	219,92	193,74	160,82	152,99	149,28	141,58
	3	237,04	215,58	192,03	159,96	153,99	148,21	143,75
Parenteral 7,5%	1	243,82	203,50	185,38	152,19	134,58	129,56	120,01
	2	243,39	201,59	187,67	151,75	135,46	128,75	122,13
	3	244,78	199,11	188,05	150,65	133,26	128,29	120,27

Lampiran 12. Hasil analisis statistik kadar kolesterol tikus

**Univariate Analysis of Variance**

**Bahan = Kitin Udang**

**Tests of Between-Subjects Effects<sup>b</sup>**

Dependent Variable: Kolesterol (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	79796.333 <sup>a</sup>	13	6138.179	18.654	.000
Intercept	2096373.858	1	2096373.858	6371.072	.000
HARI	43812.553	6	7302.092	22.192	.000
TREAT	35983.780	7	5140.540	15.623	.000
Error	13819.920	42	329.046		
Total	2189990.111	56			
Corrected Total	93616.253	55			

a. R Squared = .852 (Adjusted R Squared = .807)

b. Bahan = Kitin Udang

**Post Hoc Tests**

**Perlakuan**

**Homogeneous Subsets**

**Kolesterol (mg/dl)<sup>c</sup>**

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
Parenteral;7.5%	7	157.4329			
Parenteral;5%	7	166.8662	166.8662		
Parenteral;2.5%	7	179.1657	179.1657	179.1657	
Oral;7.5%	7	183.5810	183.5810	183.5810	
Oral;5%	7		195.8976	195.8976	
Oral;2.5%	7			204.4014	204.4014
Oral;0%	7				230.2552
Parenteral;0%	7				230.2552
Sig.		.152	.079	.184	.162

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 329.046.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

b. Alpha = .05.

c. Bahan = Kitin Udang

**Hari**

**Homogeneous Subsets**

**Kolesterol (mg/dl) <sup>c</sup>**

Tukey HSD <sup>a,b</sup>

Hari	N	Subset			
		1	2	3	4
Hari ke-18	8	161.6179			
Hari ke-15	8	168.3358			
Hari ke-12	8	172.5038			
Hari ke-9	8	184.4029	184.4029		
Hari ke-6	8		203.8612	203.8612	
Hari ke-3	8			220.4642	220.4642
hari ke-0	8				243.1875
Sig.		.181	.346	.536	.183

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 329.046.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

**Tests of Between-Subjects Effects <sup>b</sup>**

Dependent Variable: Kolesterol (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	65318.574 <sup>a</sup>	11	5938.052	62.364	.000
Intercept	1379371.736	1	1379371.736	14486.874	.000
HARI	54577.318	6	9096.220	95.533	.000
METODE	7544.379	1	7544.379	79.235	.000
KONSEN	3169.399	2	1584.699	16.643	.000
METODE * KONSEN	27.479	2	13.740	.144	.866
Error	2856.458	30	95.215		
Total	1447546.769	42			
Corrected Total	68175.032	41			

a. R Squared = .958 (Adjusted R Squared = .943)

b. Bahan = Kitin Udang

3. Konsentrasi \* Metode pemberian <sup>a</sup>

Dependent Variable: Kolesterol (mg/dl)

Konsentrasi	Metode pemberian	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
2.5%	Oral	204.401	3.688	196.869	211.934
	Parenteral	179.166	3.688	171.634	186.698
5%	Oral	195.898	3.688	188.365	203.430
	Parenteral	166.866	3.688	159.334	174.398
7.5%	Oral	183.581	3.688	176.049	191.113
	Parenteral	157.433	3.688	149.901	164.965

a. Bahan = Kitin Udang

Homogeneous Subsets

Kolesterol (mg/dl) <sup>c</sup>

Tukey HSD <sup>a,b</sup>

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
7.5%	14	170.5069		
5%	14		181.3819	
2.5%	14			191.7836
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 95.215.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

Lampiran 13. Data trigliserida tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	130.63	128.25	127.84	125.46	123.68	124.55	122.51
	2	131.52	128.41	126.85	125.95	123.99	123.54	123.54
	3	129.85	128.74	126.94	126.12	124.52	124.72	123.21
Oral 2,5%	1	123.99	117.60	119.17	109.23	103.38	103.08	95.05
	2	120.25	119.56	117.32	107.67	104.80	100.87	93.07
	3	121.39	119.47	117.34	108.77	104.88	100.37	94.87
Oral 5%	1	125.46	112.50	107.20	103.32	97.09	94.38	90.21
	2	127.58	112.92	105.45	103.24	98.89	95.47	91.25
	3	124.73	115.49	107.01	102.27	99.25	94.46	90.96
Oral 7,5	1	122.51	109.91	113.67	99.63	95.42	90.09	89.70
	2	123.60	107.75	111.31	99.57	93.73	91.19	89.22
	3	121.81	108.08	100.37	97.35	93.54	90.04	89.30
Parenteral 2,5%	1	130.63	128.25	127.84	125.46	123.68	124.55	122.51
	2	131.52	128.41	126.85	125.95	123.99	123.54	123.54
	3	129.85	128.74	126.94	126.12	124.52	124.72	123.21
Parenteral 5%	1	127.68	117.73	107.26	102.58	92.50	89.63	85.74
	2	125.26	118.08	108.48	102.24	92.25	88.73	84.62
	3	126.10	116.89	108.49	102.37	93.17	89.30	85.39
Parenteral 7,5%	1	131.37	107.73	95.86	93.73	91.66	84.41	80.80
	2	133.85	109.23	97.39	93.86	90.04	83.07	80.03
	3	130.65	110.27	95.94	95.58	93.51	84.13	80.33

Lampiran 14. Hasil analisis statistik kadar trigliserida tikus

**Univariate Analysis of Variance**

**Bahan = Kitin Udang**

**Tests of Between-Subjects Effects<sup>b</sup>**

Dependent Variable: Trigliserida (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13047.739 <sup>a</sup>	13	1003.672	24.671	.000
Intercept	653785.338	1	653785.338	16070.796	.000
HARI	5915.601	6	985.933	24.235	.000
TREAT	7132.138	7	1018.877	25.045	.000
Error	1708.626	42	40.682		
Total	668541.704	56			
Corrected Total	14756.365	55			

a. R Squared = .884 (Adjusted R Squared = .848)

b. Bahan = Kitin Udang

**Homogeneous Subsets**

**Trigliserida (mg/dl)<sup>c</sup>**

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
Parenteral;7.5%	7	94.4633		
Parenteral;5%	7	98.2590		
Oral;7.5%	7	101.7995	101.7995	
Parenteral;2.5%	7	103.0710	103.0710	
Oral;5%	7	104.7205	104.7205	
Oral;2.5%	7		109.6252	
Oral;0%	7			126.2295
Parenteral;0%	7			126.2295
Sig.		.077	.320	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 40.682.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

b. Alpha = .05.

c. Bahan = Kitin Udang

### Homogeneous Subsets

Trigliserida (mg/dl) <sup>c</sup>

Tukey HSD <sup>a,b</sup>

Hari	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Hari ke-18	8	95.5029				
Hari ke-15	8	98.6525	98.6525			
Hari ke-12	8	101.7508	101.7508	101.7508		
Hari ke-9	8		105.9796	105.9796		
Hari ke-6	8			110.6025	110.6025	
Hari ke-3	8				116.5479	
hari ke-0	8					127.3117
Sig.		.455	.269	.105	.514	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 40.682.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

### Tests of Between-Subjects Effects <sup>b</sup>

Dependent Variable: Trigliserida (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7923.512 <sup>a</sup>	11	720.319	37.583	.000
Intercept	436880.284	1	436880.284	22794.416	.000
HARI	6960.817	6	1160.136	60.531	.000
METODE	483.233	1	483.233	25.213	.000
KONSEN	477.845	2	238.923	12.466	.000
METODE * KONSEN	1.616	2	.808	.042	.959
Error	574.983	30	19.166		
Total	445378.780	42			
Corrected Total	8498.495	41			

a. R Squared = .932 (Adjusted R Squared = .908)

b. Bahan = Kitin Udang

### Homogeneous Subsets

Trigliserida (mg/dl) <sup>c</sup>

Tukey HSD <sup>a,b</sup>

Konsentrasi	N	Subset	
		1	2
7.5%	14	98.1314	
5%	14	101.4898	
2.5%	14		106.3481
Sig.		.123	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 19.166.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

Lampiran 15. Data HDL tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	63.02	66.98	65.82	66.88	64.84	65.82	67.52
	2	64.21	63.67	62.54	64.25	66.24	66.25	65.41
	3	62.58	64.58	64.95	63.95	65.68	66.24	66.26
Oral 2,5%	1	57.88	64.20	64.82	70.74	72.86	74.56	76.92
	2	59.77	63.02	65.77	70.78	72.03	95.92	76.74
	3	57.82	63.04	64.31	69.39	71.28	74.60	77.05
Oral 5%	1	61.74	64.45	66.45	73.95	75.12	76.75	77.14
	2	61.57	64.95	65.20	73.86	75.24	76.08	78.65
	3	60.62	65.25	66.24	73.42	74.92	76.53	77.76
Oral 7,5	1	58.52	67.34	70.66	79.10	80.59	81.23	85.51
	2	59.81	67.52	69.98	79.43	80.39	82.01	84.57
	3	58.18	66.42	70.10	77.25	80.83	82.32	85.92
Parenteral 2,5%	1	63.02	66.98	65.82	66.88	64.84	65.82	67.52
	2	64.21	63.67	62.54	64.25	66.24	66.25	65.41
	3	62.58	64.58	64.95	63.95	65.68	66.24	66.26
Parenteral 5%	1	60.45	68.10	69.81	74.60	75.04	77.99	79.46
	2	61.79	68.17	67.95	74.04	75.88	77.13	78.77
	3	60.37	68.84	69.45	73.45	74.26	77.17	79.62
Parenteral 7,5%	1	62.38	70.72	72.02	77.17	78.29	78.70	80.18
	2	63.00	70.10	70.09	77.20	78.46	79.82	81.03
	3	63.74	69.03	72.03	78.40	78.11	79.74	82.01

Lampiran 16. Hasil analisis statistik kadar HDL tikus

**Univariate Analysis of Variance**

**Bahan = Kitin Udang**

**Tests of Between-Subjects Effects<sup>b</sup>**

Dependent Variable: HDL (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2430.856 <sup>a</sup>	13	186.989	19.404	.000
Intercept	281803.948	1	281803.948	29243.536	.000
HARI	1504.049	6	250.675	26.013	.000
TREAT	926.807	7	132.401	13.740	.000
Error	404.731	42	9.636		
Total	284639.535	56			
Corrected Total	2835.587	55			

a. R Squared = .857 (Adjusted R Squared = .813)

b. Bahan = Kitin Udang

**Homogeneous Subsets**

**HDL (mg/dl)<sup>c</sup>**

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
Oral;0%	7	65.1281			
Parenteral;0%	7	65.1281			
Oral;2.5%	7	68.7381	68.7381		
Oral;5%	7		70.7567	70.7567	
Parenteral;2.5%	7		72.0162	72.0162	72.0162
Parenteral;5%	7			74.3914	74.3914
Oral;7.5%	7			74.6514	74.6514
Parenteral;7.5%	7				76.6948
Sig.		.386	.510	.293	.117

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 9.636.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

b. Alpha = .05.

c. Bahan = Kitin Udang

### Homogeneous Subsets

HDL (mg/dl)<sup>c</sup>

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Hari	N	Subset		
		1	2	3
hari ke-0	8	61.5196		
Hari ke-3	8		67.0046	
Hari ke-6	8		68.0833	
Hari ke-9	8			72.9529
Hari ke-12	8			74.1692
Hari ke-15	8			75.6750
Hari ke-18	8			77.1621
Sig.		1.000	.992	.120

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 9.636.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

### Tests of Between-Subjects Effects<sup>b</sup>

Dependent Variable: HDL (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2128.066 <sup>a</sup>	11	193.461	90.715	.000
Intercept	223050.699	1	223050.699	104589.513	.000
HARI	1831.373	6	305.229	143.123	.000
METODE	93.582	1	93.582	43.881	.000
KONSEN	198.229	2	99.114	46.475	.000
METODE * KONSEN	4.882	2	2.441	1.145	.332
Error	63.979	30	2.133		
Total	225242.744	42			
Corrected Total	2192.045	41			

a. R Squared = .971 (Adjusted R Squared = .960)

b. Bahan = Kitin Udang

### Homogeneous Subsets

HDL (mg/dl)<sup>c</sup>

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
2.5%	14	70.3771		
5%	14		72.5740	
7.5%	14			75.6731
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2.133.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

Lampiran 17. Data LDL tikus selama penelitian tiap 3 hari sekali (mg/dl)

Perlakuan	Ulangan	Hari Pengamatan						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	147.51	141.62	138.73	138.31	136.93	137.48	133.62
	2	146.91	144.91	143.51	139.79	136.06	135.49	134.01
	3	148.11	142.98	141.53	140.37	137.06	136.71	135.79
Oral 2,5%	1	160.35	149.66	123.15	107.42	96.38	87.74	69.43
	2	158.97	148.92	124.71	11.42	94.27	65.73	70.67
	3	162.27	145.51	127.36	107.52	96.48	87.80	71.69
Oral 5%	1	161.78	145.40	118.63	88.65	80.60	72.63	64.14
	2	160.33	142.74	119.62	90.73	80.28	74.11	56.73
	3	163.24	140.14	120.33	87.57	78.88	72.71	62.92
Oral 7,5	1	163.19	125.80	106.27	75.48	51.07	50.33	41.97
	2	162.04	130.05	108.25	74.32	52.26	50.61	41.30
	3	165.07	129.75	111.42	76.16	53.23	48.68	42.67
Parenteral 2,5%	1	147.51	141.62	138.73	138.31	136.93	137.48	133.62
	2	146.91	144.91	143.51	139.79	136.06	135.49	134.01
	3	148.11	142.98	141.53	140.37	137.06	136.71	135.79
Parenteral 5%	1	152.26	125.82	101.61	66.64	59.79	52.20	46.73
	2	151.60	128.14	104.09	66.63	58.65	54.40	45.88
	3	151.45	123.36	100.88	66.03	61.09	53.18	47.05
Parenteral 7,5%	1	155.17	111.23	94.18	56.28	37.95	33.97	23.67
	2	153.62	109.65	98.10	55.77	38.99	32.31	25.09
	3	154.91	108.02	96.83	53.13	36.44	31.72	22.19

Lampiran 18. Hasil analisis statistik kadar LDL tikus

**Univariate Analysis of Variance**

**Bahan = Kitin Udang**

**Tests of Between-Subjects Effects<sup>b</sup>**

Dependent Variable: LDL (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	95440.724 <sup>a</sup>	13	7341.594	18.814	.000
Intercept	569982.764	1	569982.764	1460.633	.000
HARI	54240.033	6	9040.006	23.166	.000
TREAT	41200.690	7	5885.813	15.083	.000
Error	16389.663	42	390.230		
Total	681813.151	56			
Corrected Total	111830.387	55			

a. R Squared = .853 (Adjusted R Squared = .808)

b. Bahan = Kitin Udang

**Homogeneous Subsets**

**LDL (mg/dl)<sup>c</sup>**

Tukey HSD<sup>a,b</sup>

Perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
Parenteral;7.5%	7	61.8090			
Parenteral;5%	7	72.8200	72.8200		
Parenteral;2.5%	7	86.5467	86.5467	86.5467	
Oral;7.5%	7	88.5676	88.5676	88.5676	
Oral;5%	7		103.9124	103.9124	
Oral;2.5%	7			113.6881	113.6881
Oral;0%	7				139.8776
Parenteral;0%	7				139.8776
Sig.		.210	.089	.196	.232

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 390.230.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

b. Alpha = .05.

c. Bahan = Kitin Udang

### Homogeneous Subsets

LDL (mg/dl) <sup>c</sup>

Tukey HSD <sup>a,b</sup>

Hari	N	Subset			
		1	2	3	4
Hari ke-18	8	65.1063			
Hari ke-15	8	72.8871			
Hari ke-12	8	77.9829			
Hari ke-9	8	90.2658	90.2658		
Hari ke-6	8		113.6163	113.6163	
Hari ke-3	8			130.1483	130.1483
hari ke-0	8				156.2050
Sig.		.169	.239	.637	.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 390.230.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

### Tests of Between-Subjects Effects <sup>b</sup>

Dependent Variable: LDL (mg/dl)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	80425.889 <sup>a</sup>	11	7311.444	78.799	.000
Intercept	324440.076	1	324440.076	3496.641	.000
HARI	67602.988	6	11267.165	121.431	.000
METODE	8427.656	1	8427.656	90.829	.000
KONSEN	4354.951	2	2177.476	23.468	.000
METODE * KONSEN	40.295	2	20.147	.217	.806
Error	2783.586	30	92.786		
Total	407649.551	42			
Corrected Total	83209.476	41			

a. R Squared = .967 (Adjusted R Squared = .954)

b. Bahan = Kitin Udang

### Homogeneous Subsets

LDL (mg/dl) <sup>c</sup>

Tukey HSD <sup>a,b</sup>

Konsentrasi	N	Subset		
		1	2	3
7.5%	14	75.1883		
5%	14		88.3662	
2.5%	14			100.1174
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 92.786.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.000.
- b. Alpha = .05.
- c. Bahan = Kitin Udang

Lampiran 19. Dokumentasi penelitian



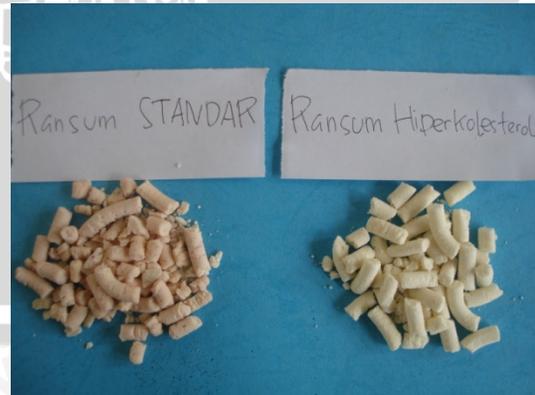
Bahan baku karapaks udang



Pengeringan dalam pembuatan kitosan



Pembuatan ransum



Ransum yang digunakan





Tahap Aklimatisasi



Pembuatan tikus hiperlipid



Penimbangan berat badan tikus



Bahan analisa



Pengambilan darah



Pencekokan (pemberian secara parenteral)





Kandang tikus



Pembersihan



Penimbangan feces

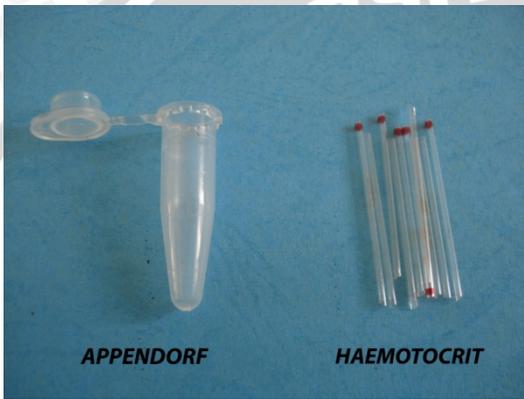


penimbangan sisa ransum





Pemberian ransum



Alat pengambilan darah

Alat pencekokan kitin secara parenteral



Penimbangan feces tikus

Penjemuran feces tikus



Sampel analisa kolesterol dalam feces



Reagen analisa kolesterol dan TG



Vitamin mix

