

**PENGARUH KONSUMSI TEPUNG AGAR-AGAR (*Gracilaria spp.*)**

**HASIL ALKALI TREATMENT TERHADAP KADAR LIPID**

**DARAH TIKUS WISTAR (*Rattus norvegicus*)**

**HIPERLIPIDEMIA**

**LAPORAN SKRIPSI**

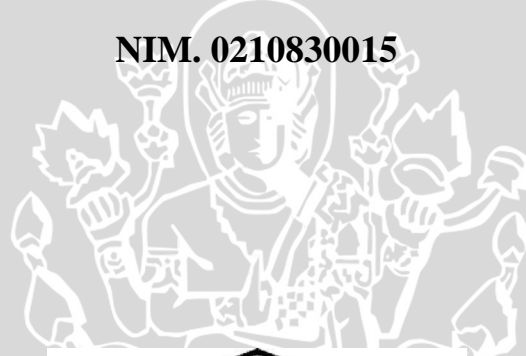
**TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

Oleh:

**CHARISMA SHINTA**

**NIM. 0210830015**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERIKANAN**

**MALANG**

**2007**



**PENGARUH KONSUMSI TEPUNG AGAR-AGAR (*Gracilaria spp.*)  
HASIL ALKALI TREATMENT TERHADAP KADAR LIPID  
DARAH TIKUS WISTAR (*Rattus norvegicus*)  
HIPERLIPIDEMIA**

**Laporan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Perikanan pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang**

**Oleh:  
CHARISMA SHINTA  
NIM. 0210830015**

**DOSEN PENGUJI I**

**(RAHMI NURDIANI, SPi, M.App, Sc)**

**Tanggal:**

**DOSEN PENGUJI II**

**(Ir. HAPPY NURSYAM, MS)**

**Tanggal:**

**MENYETUJUI,  
DOSEN PEMBIMBING I**

**(Dr. Ir. HARDOKO, MS)**

**Tanggal:**

**DOSEN PEMBIMBING II**

**(Ir. J. A. SUMARDI, MS)**

**Tanggal:**

**MENGETAHUI,  
KETUA JURUSAN**

**(Ir. ABDUL QOID, MS)**

**Tanggal:**



## KATA PENGANTAR

Puji Tuhan, atas penyertaan-Nya penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.

Atas terselesainya laporan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak DR. Ir. Hardoko, MS dan Ir. J. A. Sumardi, MS selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan.
2. Bapak Ir. Happy Nursyam, MS dan Ibu Rahmi Nurdiani, SPI, M.App, Sc selaku dosen penguji yang telah memberi pengarahan.
3. Kedua orang tuaku, papa dan mama yang telah membantu dalam doa dan materi, serta dukungan yang tiada hentinya.
4. Seluruh staf Laboratorium Biokimia Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta yang telah memberikan bantuan fasilitas selama penelitian.
5. Keluarga besar THP '02 dan semua pihak yang telah membantu sampai terselesainya laporan ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap semoga karya ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang berminat dan membutuhkan.

Malang, April 2007

Penulis

## RINGKASAN

**CHARISMA SHINTA.** Pengaruh Konsumsi Tepung Agar-agar (*Gracilaria spp.*) Hasil *Alkali Treatment* Terhadap Kadar Lipid Darah Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) Hiperlipidemia. Dibawah bimbingan **DR. Ir. HARDOKO, MS** dan **Ir. J. A. SUMARDI, MS.**

---

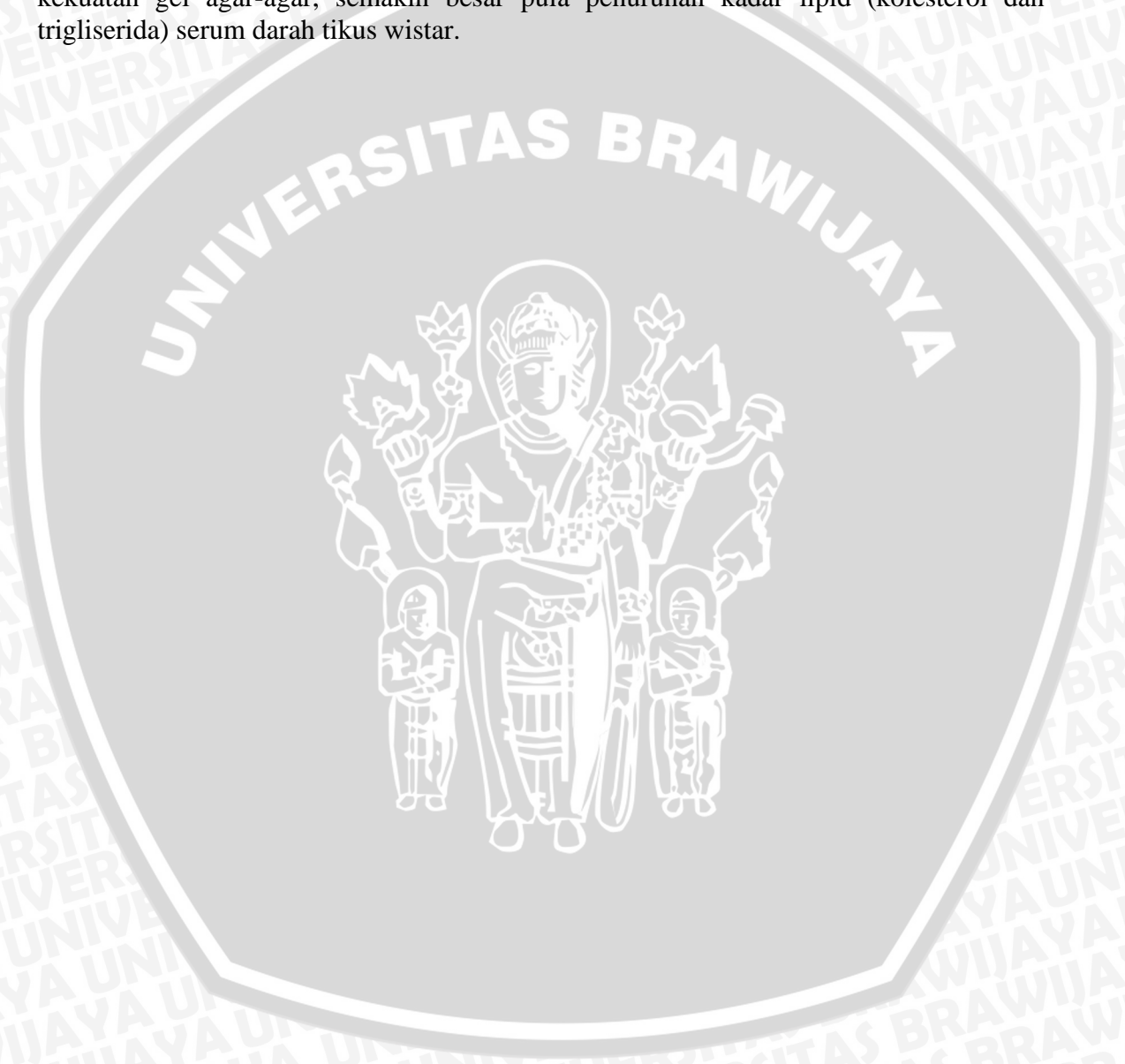
Kolesterol dalam darah yang berlebihan dapat mengakibatkan penyumbatan pembuluh darah yang menuju ke jantung dan menyebabkan serangan jantung. Salah satu cara untuk mengurangi resiko terjadinya penyakit jantung dan penyumbatan pembuluh darah adalah dengan mengubah pola makan, yaitu dengan banyak mengkonsumsi makanan yang rendah lemak dan makanan yang mengandung serat. Rumput laut merupakan salah satu komoditi perikanan yang banyak mengandung serat. Oleh karena itu perlu dimanfaatkan lebih optimal, diantaranya sebagai makanan fungsional yang menyehatkan misalnya dimodifikasi menjadi tepung agar-agar melalui proses ekstraksi. Tepung agar-agar *Gracilaria spp.* mengandung serat yang cukup tinggi ( $\pm 73,23\%$ ), yang diduga bahwa serat makanan pada tepung agar-agar *Gracilaria spp.* mampu menurunkan kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*).

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi tepung agar-agar (*Gracilaria spp.*) hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub> terhadap penurunan kadar lipid darah tikus wistar. Adapun tujuan penelitian secara khusus adalah untuk menentukan jenis tepung agar-agar (Na, K, atau Ca), serta konsentrasi dalam ransum pakan yang paling efektif menurunkan kadar lipid darah tikus wistar, dan untuk mengetahui pengaruh kekuatan gel dari tepung agar-agar Na, K, dan Ca terhadap penurunan kadar lipid darah tikus wistar.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. dengan dua faktor perlakuan yang berpengaruh, yaitu faktor bahan alkali pada proses *alkali treatment* (A) yang terdiri dari NaOH (A1), KOH (A2) dan Ca(OH)<sub>2</sub> (A3), dan faktor konsentrasi penambahan tepung agar-agar *Gracilaria spp.* pada ransum pakan (B), yaitu konsentrasi 0% (B1) sebagai kontrol, konsentrasi 7,5% (w/w) (B2) dan konsentrasi 12,5% (w/w) (B3). Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, 9 perlakuan dan 3 kali ulangan (n=3) dengan hari pengamatan sebagai kelompok pengamatan yang terdiri dari hari ke- 0, 3, 6, 9, 12, 15, dan 18. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dianalisis lebih lanjut dengan uji Tukey. Parameter uji meliputi jumlah konsumsi tikus, berat badan tikus, berat feses, kadar trigliserida dan kolesterol darah, kolesterol feses, kadar serat makanan, dan kekuatan gel.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jumlah pakan yang dikonsumsi dan jumlah feses tikus dipengaruhi oleh perbedaan perlakuan alkali ( $p < 0.05$ ) dan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum ( $p < 0.05$ ). Sedangkan, laju pertumbuhan berat badan tikus tidak dipengaruhi oleh perlakuan alkali ( $p > 0.05$ ) dan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan ( $p > 0,05$ ). Hasil analisis statistik terhadap kadar kolesterol darah dan kadar trigliserida darah menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan alkali dan perbedaan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum pakan berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap kadar kolesterol darah dan kadar trigliserida darah tikus.

Tepung agar-agar (*Gracilaria spp.*) hasil *alkali treatment* dengan KOH lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida serum darah tikus, yaitu masing-masing sebesar 150,06 mg/dl dan 89,25 mg/dl. Penambahan tepung agar-agar (*Gracilaria spp.*) hasil *alkali treatment* dengan KOH konsentrasi 12,5% pada ransum pakan tikus lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida serum darah tikus wistar, yaitu masing-masing sebesar 153,24 mg/dl dan 90,86 mg/dl. Berdasarkan hasil analisis kekuatan gel, diketahui bahwa kekuatan gel agar-agar berpengaruh terhadap penurunan kadar lipid serum darah tikus wistar. Semakin tinggi kekuatan gel agar-agar, semakin besar pula penurunan kadar lipid (kolesterol dan trigliserida) serum darah tikus wistar.



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Kegunaan Penelitian .....	4
1.5. Hipotesis .....	4
1.6. Tempat dan Waktu .....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Rumput Laut .....	6
2.1.1. Biologi rumput laut <i>Gracilaria</i> sp. ....	7
2.1.2. Komponen gizi <i>Gracilaria</i> sp. ....	8
2.2. Proses Pembuatan Tepung Agar-agar.....	10
2.2.1. Bahan-bahan alkali .....	10
2.2.2. Proses Pembuatan Tepung Agar-agar <i>Gracilaria</i> sp. ....	11
2.3. Serat Makanan dan Peranannya .....	13
2.4. Beberapa Penyakit Akibat Kelebihan Konsumsi Lemak .....	16
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	18
3.1. Bahan .....	18
3.1.1. Bahan yang diuji .....	18
3.1.2. Bahan untuk ransum pakan .....	18

3.1.3. Bahan untuk analisis .....	18
3.2. Peralatan .....	19
3.2.1. Peralatan untuk pembuatan tepung agar-agar .....	19
3.2.2. Peralatan untuk pembuatan ransum pakan .....	19
3.2.3. Peralatan untuk analisis proksimat .....	19
3.2.4. Obyek untuk uji (tikus percobaan) .....	19
3.2.5. Peralatan untuk analisis .....	20
3.3. Metode Penelitian .....	21
3.3.1. Prosedur penelitian.....	22
3.3.1.1. Preparasi bahan uji.....	22
3.3.1.2. Pembuatan ransum pakan pada tikus percobaan.....	24
3.3.1.3. Pembuatan tikus hiperlipidemia.....	25
3.3.1.4. Pelaksanaan perlakuan/percobaan .....	26
3.4. Parameter uji .....	28
3.4.1. Kadar air .....	28
3.4.2. Kadar protein .....	29
3.4.3. Kadar lemak .....	30
3.4.4. Kadar abu .....	31
3.4.5. Kadar trigliserida .....	31
3.4.6. Kadar kolesterol dalam darah .....	32
3.4.7. Kadar kolesterol dalam feses .....	33
3.4.8. Kadar serat makanan secara enzimatis .....	34
3.4.9. Kekuatan gel .....	36
3.5. Analisis Data .....	37
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1. Karakteristik Gizi .....	38
4.1.1. Tepung agar-agar <i>Gracilaria spp</i> .....	38
4.1.2. Ransum pakan .....	39
4.2. Kekuatan gel Tepung agar-agar <i>Gracilaria spp</i> .....	40
4.3. Pengaruh Pemberian Tepung Agar-agar <i>Gracilaria spp</i> terhadap Jumlah	

Ransum Pakan yang Dikonsumsi Tikus, Berat Badan Tikus dan Jumlah Feses Tikus ..... 42

4.3.1. Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus ..... 42

4.3.2. Berat badan tikus ..... 46

4.3.3. Berat feses tikus ..... 49

4.4. Pengaruh Pemberian Tepung Agar-agar *Gracilaria* spp Terhadap Kadar Kolesterol Darah dan Kadar Trigliserida Darah Tikus ..... 52

4.4.1. Kolesterol darah tikus ..... 52

4.4.2. Trigliserida darah tikus ..... 58

4.5. Kolesterol Dalam Feses Tikus ..... 63

**5. KESIMPULAN DAN SARAN ..... 66**

5.1. Kesimpulan ..... 66

5.2. Saran ..... 66

**DAFTAR PUSTAKA ..... 67**

**LAMPIRAN ..... 72**





## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen gizi rumput laut <i>Gracilaria</i> spp. ....	8
2. Standar Nasional Indonesia rumput laut <i>Gracilaria</i> spp. kering .....	8
3. Standar mutu agar-agar menurut Standar Industri Indonesia (SII).....	9
4. Kandungan serat makanan pada tepung agar-agar .....	10
5. Peranan serat makanan berdasarkan sifat kelarutannya dalam air.....	15
6. Kadar lemak darah normal.....	16
7. Denah rancangan faktor perlakuan. ....	22
8. Komposisi ransum pakan tikus .....	24
9. Hasil analisis proksimat tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp .....	38
10. Kadar serat makanan rumput laut dan tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp.....	39
11. Hasil analisis proksimat ransum pakan tikus .....	40
12. Hasil analisis kekuatan gel .....	41
13. Jumlah pakan yang dikonsumsi tikus dihitung per 3 hari .....	42
14. Berat badan tikus per 3 hari .....	46
15. Laju pertumbuhan berat badan tikus .....	47
16. Jumlah feses tikus per 3 hari .....	50
17. Rata-rata kolesterol darah tikus (mg/dl) .....	53
18. Hasil persamaan regresi terhadap kadar kolesterol darah tikus untuk masing-masing perlakuan .....	56
19. Rata-rata trigliserida darah tikus (mg/dl) .....	58
20. Hasil persamaan regresi terhadap kadar trigliserida darah tikus untuk masing-masing perlakuan .....	62
21. Hasil analisis kolesterol dalam feses tikus pada hari ke-6 perlakuan .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur kimia agar-agar .....	9
2. Prosedur pembuatan tepung agar-agar.....	23
3. Pembuatan tikus hiperlipidemia .....	26
4. Pelaksanaan perlakuan .....	27
5. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus ... ..	43
6. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus .....	44
7. Histogram pengaruh konsentrasi tepung agar-agar yang diberikan terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus .....	45
8. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus....	48
9. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah feses tikus .....	51
10. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap kolesterol darah tikus .....	53
11. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap penurunan kadar kolesterol serum darah tikus .....	54
12. Histogram pengaruh konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan terhadap penurunan kolesterol serum darah tikus .....	56
13. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar <i>Gracilaria</i> spp dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar trigliserida darah tikus .....	59
14. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap penurunan kadar trigliserida serum darah tikus .....	60
15. Histogram pengaruh konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan terhadap penurunan kadar trigliserida serum darah tikus .....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi mineral <i>mix</i> dalam 1000 g .....	72
2. Komposisi vitamin "Supravit" setiap 2 kaplet .....	73
3. Perhitungan konsentrasi tepung agar yang ditambahkan dalam ransum .....	74
4. Data jumlah pakan yang dikonsumsi tikus per 3 hari (g) .....	75
5. Data berat badan tikus per 3 hari selama perlakuan (g) .....	77
6. Data berat feses tikus per 3 hari selama perlakuan (g) .....	78
7. Data kadar kolesterol darah tikus (mg/dl) .....	80
8. Data kadar trigliserida darah tikus (mg/dl) .....	81
9. Hasil analisis statistik jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus .....	82
10. Hasil analisis statistik hari ke-0 (berat badan tikus, kadar kolesterol darah, dan kadar trigliserida darah) .....	84
11. Hasil analisis statistik laju pertumbuhan berat badan tikus .....	86
12. Hasil analisis statistik berat feses tikus .....	88
13. Hasil analisis statistik kadar kolesterol darah tikus .....	90
14. Hasil analisis statistik kadar trigliserida darah tikus .....	92
15. Hasil analisis proksimat tepung agar-agar dan ransum tikus .....	94
16. Hasil analisis kadar kolesterol feses tikus .....	95
17. Hasil analisis kandungan serat makanan tepung agar-agar .....	96
18. Hasil analisis kekuatan gel .....	97
19. Foto-foto selama penelitian .....	98

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kolesterol dalam darah yang berlebihan dapat mengakibatkan penyumbatan pembuluh darah yang menuju ke jantung dan otak. Serangan jantung dapat terjadi apabila pembuluh darah yang menuju ke jantung tersumbat, sehingga mengakibatkan jantung kekurangan darah. Dan apabila pembuluh darah yang menuju ke otak tersumbat, dapat mengakibatkan stroke (Anonymous, 2005).

Salah satu cara untuk mengurangi faktor resiko terjadinya penyakit jantung dan penyumbatan pembuluh darah adalah dengan mengubah pola hidup sehari-hari. Pola hidup yang dianjurkan yaitu dengan melakukan latihan fisik dan mengubah pola makan yaitu dengan banyak mengkonsumsi makanan yang rendah lemak dan mengandung banyak serat (Yatim, 2002).

Serat makanan (*dietary fiber*), merupakan bahan makanan yang berasal dari bagian tanaman pangan yang tidak dapat dicerna oleh sistem pencernaan manusia. Sebagian besar dari serat makanan tersebut terdiri dari dinding sel tanaman, berupa *selulosa*, *hemiselulosa*, *lignin* serta sedikit kandungan *pektin*, *pentosan* dan *gum* (Anonymous, 2000).

Serat mempunyai efek mengikat zat-zat organik seperti asam empedu dan kolesterol sehingga menurunkan jumlah asam lemak di dalam saluran pencernaan. Pengikatan empedu oleh serat juga menyebabkan asam empedu keluar dari siklus enterohepatik karena asam empedu yang disekresi ke usus tak dapat diabsorpsi tetapi terbuang ke dalam feses. Penurunan jumlah asam empedu menyebabkan hati harus menggunakan kolesterol sebagai bahan untuk membentuk asam empedu. Hal ini yang

menyebabkan serat dapat menurunkan kadar kolesterol (Nainggolan dan Cornelis, 2005).

Penambahan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. pada ransum pakan tikus wistar mampu menurunkan kadar lipid serum darah. Hal ini ditunjukkan dengan semakin tinggi konsentrasi dan lama pemberian tepung agar-agar, maka angka penurunan kadar lipid darah semakin besar. Turunnya kadar lipid dalam darah ini disebabkan oleh adanya serat makanan dari tepung agar-agar yang mampu menghambat penyerapan lipid dalam pencernaan (Susanti, 2004).

Pengolahan agar-agar kertas dengan menggunakan KOH menghasilkan agar-agar kertas dengan rendemen sekitar 20-25%, kadar air 15-20%, kadar protein 1-3%, dan kadar abu larut asam sekitar 1%, serta memiliki kekuatan gel sebesar 150-400 g/cm<sup>2</sup> (Nasran, 1992). Berdasarkan hasil penelitian Setijawati, *et al.* (2005), menyimpulkan bahwa agarosa dengan kualitas terbaik diperoleh dari kombinasi antara PEG 4000 15% dengan CaCO<sub>3</sub> 1,5% yang mengandung kadar sulfat sebesar 1,01%; kekuatan gel 18,76 N; viskositas 14,15 cps; suhu pembentukan gel 37,3 °C; suhu pelelehan gel 82,3 °C; kadar air 16,62%; kadar abu 1,886%; dan rendemen 70,7%. Sedangkan menurut Astawan (2004), penambahan basa NaOH menghasilkan agar-agar yang memiliki komposisi kimia sebagai berikut: 16-20% air; 2,3-5,9% protein; 0,3-0,5% lemak; 67,8-76,1% karbohidrat; 0,9-2,1% serat; 3,4-3,6% abu, rendemen 25-35%. Penambahan NaOH dapat meningkatkan kekuatan gel agar-agar. Akan tetapi, tidak dijelaskan berapa persen peningkatan kekuatan gel tersebut (McHugh, 2003).

Menurut Agustin (2006), pemberian rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) bentuk larutan dan gel mampu menurunkan kadar lipid darah tikus wistar yang mengalami *hiperkolesteromia*, dimana rumput laut bentuk gel lebih cepat dalam menurunkan kadar

lipid daripada bentuk larutan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dan sifat-sifat fisiko-kimia dari agar-agar yang dihasilkan (kekuatan gel) dari berbagai metode ekstraksi agar-agar yang berbeda, yaitu pada tahapan proses perlakuan alkali (*alkali treatment*), maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan cara menambahkan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub> pada ransum pakan tikus dengan konsentrasi yang berbeda. Sehingga dari hal tersebut, diharapkan dapat diketahui secara pasti jenis tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, atau Ca(OH)<sub>2</sub> yang paling efektif dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar.

## 1.2. Perumusan Masalah

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, telah terbukti bahwa penambahan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. dalam ransum pakan tikus mampu menurunkan kadar lipid serum darah tikus wistar. Beberapa penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa proses ekstraksi agar-agar umumnya menggunakan 3 jenis bahan alkali yang berbeda pada tahapan proses *alkali treatment*, yaitu NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub>. Akan tetapi, dengan cara ini masih belum diketahui tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, atau Ca(OH)<sub>2</sub> yang lebih efektif dalam menurunkan kadar lipid darah. Penggunaan 3 jenis bahan alkali tersebut pada tahapan proses *alkali treatment* menghasilkan agar-agar dengan sifat fisiko-kimia yang berbeda pula, salah satunya adalah kekuatan gel agar-agar yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu diketahui juga apakah kekuatan gel agar-agar juga berpengaruh terhadap penurunan kadar lipid darah tikus wistar.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi tepung agar-agar (*Gracilaria* spp.) hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan  $\text{Ca(OH)}_2$  terhadap penurunan kadar lipid serum darah tikus wistar.

Adapun tujuan penelitian secara khusus adalah :

1. Menentukan jenis tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, atau  $\text{Ca(OH)}_2$  yang paling efektif menurunkan kadar lipid serum darah tikus wistar.
2. Menentukan konsentrasi tepung agar-agar dalam ransum tikus yang paling efektif menurunkan kadar lipid serum darah tikus wistar.
3. Mengetahui pengaruh kekuatan gel dari tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan  $\text{Ca(OH)}_2$  terhadap penurunan kadar lipid serum darah tikus wistar.

### 1.4. Kegunaan Penelitian

1. Sebagai bahan informasi tentang pentingnya peran rumput laut *Gracilaria* spp. sebagai sumber serat makanan sehat terutama peranannya dalam menurunkan kadar lipid dalam darah.
2. Untuk meningkatkan nilai manfaat rumput laut *Gracilaria* spp. sebagai salah satu komoditi perikanan dengan cara mengekstrak rumput laut menjadi bentuk tepung agar-agar.

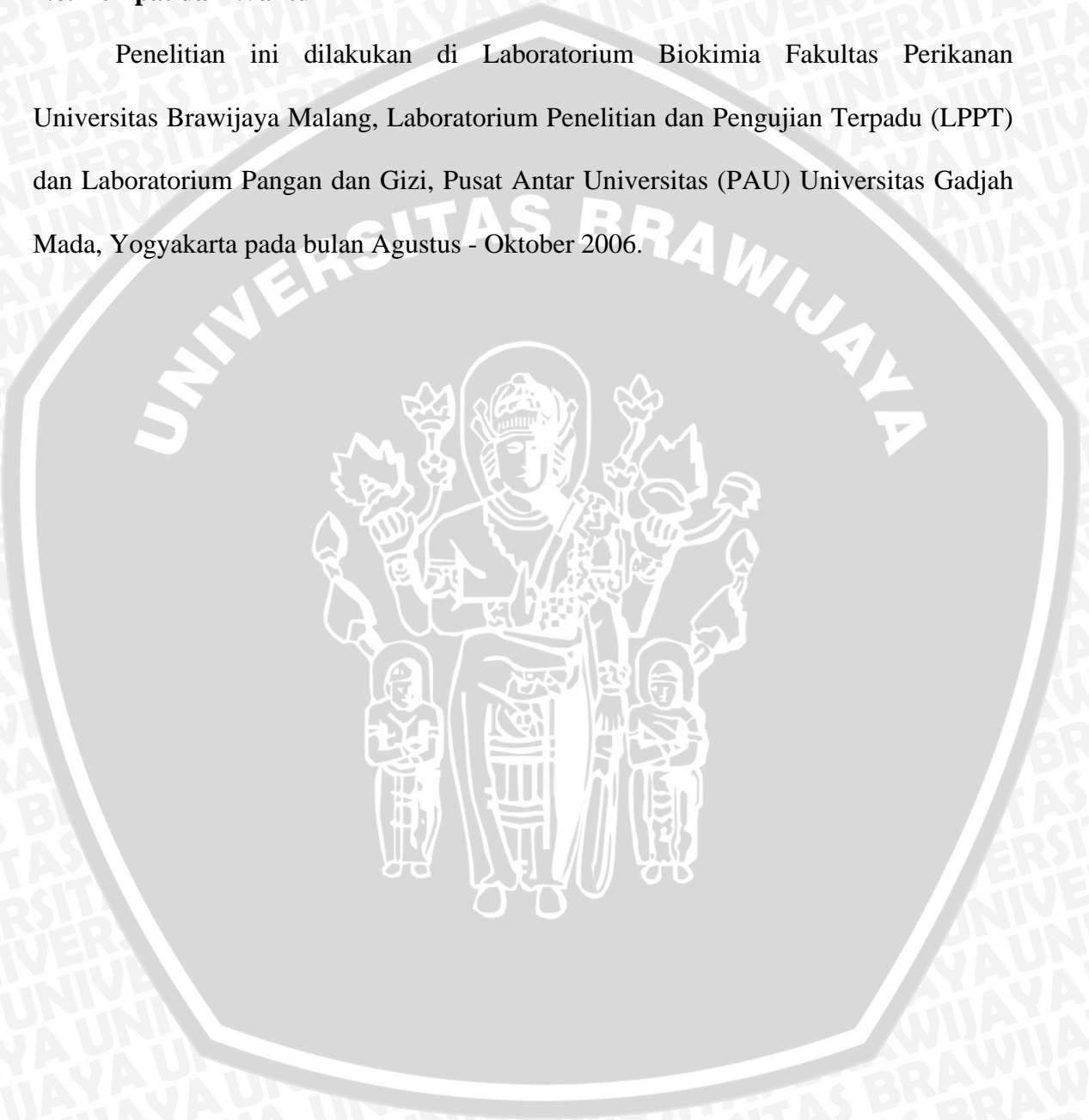
### 1. 5. Hipotesis

Diduga bahwa kekuatan gel tepung agar-agar berpengaruh positif terhadap penurunan kadar lipid darah tikus wistar. Diduga pula, bahwa konsumsi tepung agar

*Gracilaria* spp. hasil *alkali treatment* dengan KOH memiliki kekuatan gel tertinggi sehingga lebih efektif dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar.

### 1.6. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan Agustus - Oktober 2006.





## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Rumput Laut

Rumput laut (*seaweed*) merupakan tumbuhan berklorofil, terdiri dari satu atau banyak sel, berbentuk koloni, hidupnya bersifat bentik didaerah perairan yang dangkal, berpasir, berlumpur, atau berpasir dan berlumpur, jernih dan biasanya menempel pada karang mati, potongan kerang atau substrat keras lainnya, dapat terbentuk secara alamiah maupun buatan (Sediadi dan Utari, 2002).

Rumput laut bernilai ekonomis penting karena penggunaannya sangat luas dalam industri kembang gula, kosmetik, es krim, media citarasa, roti, saus, sutera, pengalengan ikan/daging, obat-obatan, dan untuk solder/las. Jenis-jenis yang bernilai ekonomis penting adalah *Acanthopeltia*, *Gracilaria*, *Gelidella*, *Gelidium*, *Pterocladia* sebagai penghasil agar-agar; *Chondrus*, *Euchema*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Iriclaea*, *Phyllophora* sebagai penghasil karaginan; *Furcellaria* sebagai furcellaran; dan *Ascophyllum*, *Durvillea*, *Ecklonia*, *Turbinaria* sebagai penghasil alginat (Indriani dan Sumiarsih, 1995).

Menurut Aslan (1998), rumput laut dari klas *Rhodophyceae* (alga merah) memiliki ciri-ciri morfologis sebagai berikut:

1. Pertumbuhannya bersifat uniaksial (satu sel di ujung thallus) dan multiaksial (banyak sel di ujung thallus).
2. Memiliki pigmen fikobilin yang terdiri dari fikoeretrin (berwarna merah) dan fikosianin (berwarna biru).

3. Bersifat adaptasi kromatik, yaitu memiliki penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan yang dapat menimbulkan berbagai warna pada thalli seperti: merah tua, merah muda, pirang, coklat, kuning dan hijau.
4. Dalam dinding selnya terdapat selulosa, agar, karaginan, porpiran, dan furselaran.

### 2.1.1. Biologi rumput laut *Gracilaria* spp.

Klasifikasi *Gracilaria* spp. menurut Kraft (2001) adalah sebagai berikut:

Phylum	: Rhodophyta
Subphylum	: Eurhodophytina
Class	: Rhodophyceae
Subclass	: Rhodymeniophycidae
Ordo	: Gracilariales
Family	: Gracilariaceae
Genus	: <i>Gracilaria</i>
Species	: <i>Gracilaria</i> spp.

Rumput laut *Gracilaria* mudah diperoleh di perairan Indonesia, memiliki bentuk thallus silindris dengan percabangan mulai dari yang sederhana sampai pada yang rumit atau rimbun, diatas percabangan umumnya bentuk thallus agak mengecil, warna bervariasi mulai dari warna hijau-coklat sampai merah-coklat. Substansi thallus menyerupai gel atau lunak seperti tulang rawan (Aslan, 1998).

*Gracilaria* merupakan salah satu jenis rumput laut yang paling banyak digunakan dalam pembuatan agar karena harganya lebih murah dan menghasilkan agar-agar tiga kali lipat dari jenis lainnya, misal *Gelidium* dan *Hypnea* (Astawan, 2004). Menurut Sunardi dan Bambang (2000), agar yang dihasilkan dari rumput laut jenis

*Gracilaria* mempunyai kekuatan gel yang rendah tetapi rendemennya tinggi, dan warnanya putih.

### 2.1.2. Komponen Gizi *Gracilaria* spp.

Komponen gizi rumput laut *Gracilaria* spp. disajikan pada Tabel 1, dan Standar Nasional Indonesia rumput laut *Gracilaria* spp. kering disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Komponen Gizi Rumput Laut *Gracilaria* spp.

Komponen	Jumlah (%)
Kadar air	11,60
Protein	25,35
Lemak	1,05
Karbohidrat	43,10
Abu	11,40
Serat	7,50

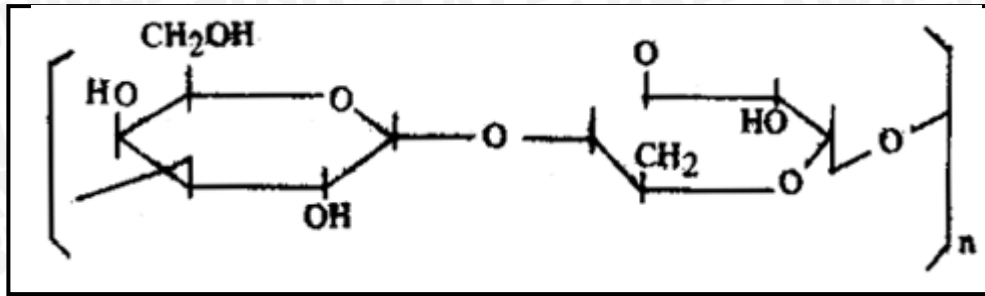
Sumber: Yunizal (2002)

Tabel 2. Standar Nasional Indonesia Rumput Laut *Gracilaria* spp. Kering

Jenis Uji	Persyaratan Mutu
Organoleptik	
- Nilai minimum	7
- Benda asing (garam, pasir, karang, kayu, rumput laut jenis lain), % (b/b maks.)	5
Kimiawi	
- Kadar air, % b/b maks.	25
- Agar, % b/b min.	20

Sumber: Yunizal (2002)

Agar-agar adalah bentuk koloid dari suatu polisakarida yang kompleks hasil ekstraksi dari beberapa jenis rumput laut merah (Yunizal, 2002). Ditambahkan oleh Aslan (1998), agar-agar merupakan suatu asam sulfurik, ester dari galaktan linier. Agar-agar tidak larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas pada temperatur 32-39 °C, berbentuk solid, dan tidak mencair pada suhu dibawah 85 °C. Struktur kimia agar-agar dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Istini *et al* (2006)

Gambar 1. Struktur kimia agar-agar

Agar-agar mempunyai struktur molekul yang terdiri dari rantai linear galaktan. Penemuan terakhir menunjukkan bahwa sejumlah gugus sulfat berikatan dengan struktur tersebut. Kandungan sulfat dalam agar sangat rendah dibandingkan karagenan, yaitu selalu dibawah 4,5% umumnya berkisar 1,5-2,5%. Agar mengandung dua jenis fraksi yaitu agarosa dan agaropektin. Agarosa tidak mengandung gugus sulfat dan mempunyai kemampuan tinggi membentuk gel. Sedangkan agaropektin mengandung gugus sulfat dan mempunyai kemampuan yang rendah untuk membentuk gel (Estiasih, 2006).

Menurut Astawan (2004), agar-agar yang bermutu baik memiliki komposisi kimia sebagai berikut: 16-20% air; 2,3-5,9% protein; 0,3-0,5% lemak; 67,8-76,1% karbohidrat; 0,9-2,1% serat; dan 3,4-3,6% abu. Standart mutu agar-agar secara umum dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standart mutu agar-agar menurut Standart Industri Indonesia (SII)

Spesifikasi	Batasan
Kadar air	15-24%
Kadar abu maksimum	4%
Kadar karbohidrat (galaktosa) minimum	30%
Kandungan logam berat (Cu, Hg, Pb)	-
Kandungan arsen	-
Zat warna tambahan	dijijinkan
Kekenyalan	baik

Sumber : Angka dan Suhartono (2000)

Dari hasil penelitian Susanti (2004), didapatkan kandungan serat makanan total dalam tepung agar-agar *Gracilaria* sp. sebesar 73,23% (Tabel 4)

Tabel 4. Kandungan serat makanan pada tepung agar-agar

Jenis serat makanan	Kandungan serat (%)
a. serat tidak larut dalam air	40.59
b. serat larut dalam air	32.64
Total	73.23

Sumber : Susanti (2004)

## 2.2. Proses Pembuatan Tepung Agar-agar

### 2.2.1. Bahan-bahan alkali

#### a. Kalium Hidroksida (KOH)

KOH adalah padatan berwarna putih. KOH sering dijual dalam bentuk pelet, serpihan atau batangan, larut dalam air dan etanol dan sedikit larut dalam eter. Dalam industri, senyawa ini dibuat dengan cara elektrolisis larutan kalium klorida pekat, tetapi dapat juga dibuat melalui pemanasan kalium karbonat atau sulfat dengan kapur mati (Dainith, 1997). Menurut Lukito (2002), kation logam khususnya kalium dapat menyebabkan pembentukan gel yang lebih kuat dalam proses pembuatan agar-agar.

#### b. Natrium Hidroksida (NaOH)

NaOH merupakan salah satu basa kuat (Petrucci, 1992). NaOH disebut juga soda kaustik atau soda api. Secara umum digunakan pada industri pembuatan kertas, tekstil, dan deterjen. NaOH merupakan basa yang paling banyak digunakan karena harganya yang relatif lebih murah daripada alkali lainnya (Anonym, 2006<sup>a</sup>). Menurut Sunardi dan Bambang (2000), NaOH merupakan alkali kuat yang mampu memecah dinding sel rumput laut sehingga jumlah agar-agar yang terekstrak semakin banyak. Hal ini akan meningkatkan rendemen agar-agar kertas.

c. Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  berbentuk bubuk berwarna putih dan merupakan basa kuat yang bereaksi keras dengan asam dan dapat merusak logam.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  terbentuk saat kalsium oksida dilarutkan dalam air (Anonymous, 2006<sup>b</sup>). Menurut Winarno (1996), air kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  digunakan untuk merendam rumput laut sehingga dihasilkan rumput laut yang putih bersih.

**2.2.2. Proses Pembuatan Tepung Agar-agar *Gracilaria* spp.**

Proses pengolahan rumput laut menjadi tepung agar-agar meliputi pengeringan dan pencucian, pemotongan dan pengasaman, pemasakan dan ekstraksi, pemadatan, pengeringan dan penggilingan (Winarno, 1996). Sedangkan menurut McHugh (2003), proses pembuatan tepung agar-agar secara umum meliputi pembersihan dan pencucian, *alkali treatment*, ekstraksi, penyaringan, penjendalan, pengepresan, pengeringan, dan penggilingan.

a. Pembersihan dan Pencucian

Rumput laut dibersihkan dari tanaman-tanaman yang tidak diinginkan, pasir kerang dan benda-benda asing lainnya. Adanya kotoran-kotoran tersebut akan mengakibatkan larutan agar-agar yang dihasilkan berwarna kotor serta kurang kental. Setelah dipisahkan dari kotorannya rumput laut dicuci dengan air tawar yang mengalir atau dilakukan didalam drum hingga benar-benar bersih. Rumput laut yang sudah bersih direndam dalam larutan kaporit sebanyak 0,25% selama 4-6 jam sampai rumput laut menjadi putih bersih. Setelah perendaman, rumput laut yang telah putih bersih tersebut dicuci kembali dengan air tawar untuk menghilangkan bau kaporit, kemudian dijemur kembali sampai kering dengan kadar air  $\pm 20\%$  (Winarno, 1996).

b. Perlakuan alkali (*alkali treatment*)

Perlakuan alkali bertujuan untuk meningkatkan rendemen dan kekuatan gel (*gel strength*) agar-agar. Menurut Angka dan Suhartono (2000), pra perlakuan yang biasanya diterapkan pada ekstraksi agar-agar dari rumput laut adalah dengan menggunakan alkali/basa yang bertujuan untuk mengkatalisis/mempercepat laju reaksi kimia pelepasan gugus 6-sulfat dari unit galaktopiranososa yang berikatan 1,4 dengan membentuk residu 3,6-anhidro-galaktosa sehingga dapat mempercepat proses pembentukan struktur heliks dan dapat memberikan kekuatan gel yang lebih tinggi.

Senyawa alkali yang umumnya dipakai adalah NaOH (Shanti, 2003). Perlakuan alkali dalam pembuatan tepung agar-agar menggunakan 30 gram NaOH yang ditambah dengan aquadest sampai volume 1000 ml (NaOH 3%), kemudian ditambahkan pada 50 gram rumput laut kering yang sudah dicuci dan disortir. Setelah itu direbus selama 1 jam pada suhu 80-95 °C.

c. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses untuk memisahkan campuran beberapa zat menjadi komponen-komponen yang terpisah. Pada dasarnya efisiensi ekstraksi dipengaruhi oleh faktor suhu, pH, dan waktu ekstraksi. Pikokoloid dari rumput laut diekstraksi dengan jalan merebus rumput laut dalam air. Tujuan perebusan adalah untuk mengekstrak semua agar-agar tanpa merusak sifat dari gel yang dihasilkan.

Rumput laut yang telah mengalami perlakuan alkali dicuci dengan air mengalir sampai pH netral. Kemudian rumput laut ditimbang dan ditambahkan dengan air sebanyak 2x berat rumput laut setelah dicuci, lalu diikuti dengan penambahan asam yaitu CH<sub>3</sub>COOH 0,5%. Fungsi pengasaman adalah untuk memecah dinding sel rumput laut sehingga agar-agar mudah diekstrak. Selain itu, larutan asam asetat tersebut

diharapkan dapat menghancurkan dan melarutkan kotoran sehingga rumput laut menjadi bersih. Setelah pengasaman, rumput laut direbus kembali selama 1 jam pada suhu 80-95 °C lalu diblender untuk dijadikan pasta. Pasta yang telah dihasilkan direbus kembali selama 3 jam pada suhu 80-95 °C untuk melanjutkan proses ekstraksi tersebut. Dalam proses perebusan, pasta harus terus diaduk.

d. Penyaringan (Filtrasi)

Penyaringan bertujuan untuk mendapatkan filtrat yang mengandung agar-agar dan memisahkannya dari ampas. Menurut Yunizal (2002), ampas hasil penyaringan tersebut dapat diekstraksi kembali satu kali dengan cara merebusnya dalam air sekitar 6 kali berat rumput laut kering yang diolah selama 1 jam pada suhu 80-95 °C sambil dilakukan pengadukan, kemudian dilanjutkan dengan penyaringan sehingga dihasilkan filtrat.

e. Pengeringan dan penepungan

Filtrat yang diperoleh dituang dalam loyang atau dicetak tipis dan dibiarkan memadat dalam suhu ruang lalu dikeringkan dalam oven suhu 60-65 °C selama 24 jam. Setelah kering lalu digiling sehingga menjadi tepung agar-agar.

### 2.3. Serat Makanan dan Peranannya

Hasil penelitian Susanti (2004) menunjukkan bahwa penambahan tepung agar-agar *Gracilaria* dengan konsentrasi 15% pada ransum pakan tikus mampu menurunkan kadar kolesterol dalam darah, yang awalnya sebesar 204.91 mg/dl mengalami penurunan hingga 123.10 mg/dl dalam waktu 18 hari. Kadar kolesterol tersebut telah mencapai nilai kadar kolesterol darah tikus normal yaitu sebesar 50-140 ml/dl. Turunnya kadar lipid dalam darah ini disebabkan oleh adanya serat makanan dari tepung agar-agar yang



mampu menghambat penyerapan lipid dalam pencernaan dan akan mengikatnya serta langsung membuangnya bersama dengan feses.

Istilah serat makanan harus dibedakan dari istilah serat kasar yang biasa digunakan dalam analisa 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 (Muchtadi, 1989).

Menurut Poedjiadi (1994), serat makanan terdiri dari polisakarida yang terdapat pada dinding sel, lignin, lipid tumbuhan dan zat-zat yang tidak dapat diidentifikasi. Serat makanan terutama terdiri atas selulosa, selain itu juga terdapat senyawa-senyawa lain seperti hemiselulosa, pektin, gum tanaman, musilago, lignin, dan polisakarida yang tersimpan dalam tanaman dan alga.

Menurut karakteristik fisik dan pengaruhnya terhadap tubuh, serat makanan dibagi atas dua golongan besar, yaitu serat makanan larut (*solluble fibre*) dan serat makanan tidak larut (*insolluble fibre*). Serat makanan larut (misal pektin dan gum) adalah serat makanan yang dapat larut dalam air dan juga dalam saluran pencernaan, namun dapat membentuk gel dengan cara menyerap air. Fungsinya antara lain: memperlambat kecepatan pencernaan dalam usus sehingga aliran energi kedalam tubuh menjadi tetap, memberikan perasaan penuh/kenyang, membantu mengendalikan berat badan dengan memperlambat munculnya rasa lapar, mempercepat waktu transit makanan melalui saluran pencernaan, mengikat lemak seperti kolesterol dan mengeluarkannya melalui tinja. Sedangkan, serat tidak larut (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) adalah serat yang tidak dapat larut dalam air dan juga dalam saluran pencernaan, namun memiliki kemampuan menyerap air dan meningkatkan tekstur dan volume tinja

sehingga makanan dapat melewati usus besar dengan cepat dan mudah. Fungsinya antara lain: mempercepat waktu transit makanan dalam usus dan meningkatkan berat tinja, memperlancar buang air besar, meningkatkan perasaan kenyang, dapat mengurangi resiko wasir, dapat mengurangi resiko kanker usus dan *divertikulitis*/luka-luka pada usus (Anonymous, 2003).

Menurut Hermana (2001), berdasarkan sifat kelarutannya dalam air, serat makanan mempunyai beberapa peranan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. 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 kolesterol</li> <li>➤ Meningkatkan tekanan di dalam kolon</li> <li>➤ Sebagai materi fermentasi bagi mikroflora kolon</li> </ul>

Menurut Wardlaw (2003) yang ditambahkan pula oleh Jelita (2002), serat dapat menekan kadar kolesterol dalam darah melalui dua mekanisme. Pertama, serat akan menjerat asam empedu yaitu berupa cairan berwarna kuning yang diproduksi dalam hati sebagai *emulsifier* penyerapan lemak di usus halus dan kemudian akan mengeluarkannya bersama dengan feses. Asam empedu sendiri sangat dibutuhkan untuk penyerapan lemak yang masuk melalui pencernaan, maka keberadaannya harus dipertahankan. Oleh karena itu, hati akan memproduksinya secara terus-menerus. Hati akan menggantikan asam empedu yang hilang dengan cara mensintesis kolesterol yang ada didalam darah menjadi asam empedu. Apabila asam empedu diikat oleh serat secara terus-menerus, maka otomatis kolesterol dalam darah juga akan berkurang dan hal ini berarti mengurangi timbunan-timbunan kolesterol yang sudah lama tertimbun didalam tubuh (terutama

dalam darah). Kedua, adanya serat dalam usus halus akan mengikat dan mengeluarkan lipid (asam lemak, trigliserida, dan kolesterol) dari makanan yang dikonsumsi dalam pencernaan sehingga sedikit sekali kolesterol yang terserap dalam usus halus. Hal ini akan mengurangi sintesis kolesterol (lipid) dalam darah.

## 2.4. Beberapa Penyakit Akibat Kelebihan Konsumsi Lemak

### a. Hiperlipidemia

Menurut Muchtadi (1989), mengkonsumsi lemak secara berlebihan dapat memberikan dampak yang buruk bagi kesehatan, karena tubuh akan mengakumulasi lemak dalam jumlah besar (*hiperlipidemia*). *Hiperlipidemia* adalah suatu keadaan yang ditandai oleh peningkatan kadar lipid/lemak darah. Kadar lemak darah yang normal dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar lemak darah normal

Pemeriksaan Laboratorium	Kisaran yang Ideal (mg/dL darah)
Kolesterol total	120-200
Kilomikron	negatif (setelah berpuasa selama 12 jam)
VLDL	1-30
LDL	60-160
HDL	35-65
Perbandingan LDL dengan HDL	< 3,5
Trigliserida	10-160

Sumber: Anonymous (2006<sup>c</sup>)

### b. Penyakit Jantung Koroner (PJK)

Penyakit jantung koroner terjadi akibat penyempitan dan penyumbatan pembuluh arteri koroner pada organ jantung. Arteri koroner merupakan pembuluh darah yang menyediakan darah bagi jantung. Penyempitan dan penyumbatan arteri koroner terjadi karena adanya pengendapan kolesterol secara berlebihan melalui suatu proses *arterosklerosis*, yaitu terjadinya penebalan dan pengerasan dinding pembuluh arteri

koroner akibat penumpukan lemak yang berlebihan. Penyempitan dan penyumbatan arteri koroner ini menyebabkan terganggunya aliran darah ke jantung sehingga akan menimbulkan efek kehilangan oksigen dan makanan (nutrien) ke jantung karena aliran darah ke jantung melalui arteri berkurang. Hal tersebut dapat menyebabkan gangguan fungsi jantung seperti hilangnya kemampuan memompa darah dan kerusakan sistem kontrol irama jantung (Heming, 2005).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan

##### 3.1.1. Bahan yang diuji

Bahan yang diuji berupa rumput laut merah dari jenis *Gracilaria* spp. dalam bentuk kering yang diperoleh dari Toko Akar Mas, Jl. Kolonel Sugiono 11 Malang. Rumput laut *Gracilaria* spp. ini berasal dari Bali. Selain itu, rumput laut juga diperoleh dari Balai Budidaya Tambak Pasuruan yang berada di Desa Bendungan, Kecamatan Kraton, Pasuruan. Campuran antara kedua rumput laut *Gracilaria* spp. tersebut selanjutnya diproses menjadi tepung agar-agar. Perlakuan alkali (*alkali treatment*) pada proses pengolahan tepung agar-agar tersebut menggunakan 3 jenis alkali, yaitu Natrium Hidroksida (NaOH), Kalium Hidroksida (KOH), dan Kalsium Hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>).

##### 3.1.2. Bahan untuk ransum pakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ransum pakan tikus ini meliputi protein (kasein), CMC (*Carboxyl Metyl Cellulose*) makanan, dan lemak sapi jenuh yang diperoleh dari Laboratorium Penelitian Pusat Antar Universitas (PAU) UGM Yogyakarta, lemak/minyak jagung produksi PT. Intiboga Sejahtera Jakarta, mineral *mix* diperoleh dari Toko Panadia Malang, campuran vitamin (Supravit) produksi PT. Erela Semarang, tepung maizena produksi Honig Food importir: fa. Usahana Jakarta.

##### 3.1.3. Bahan untuk analisis

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. Dan bahan untuk analisis proksimat antara lain petroleum ether, kertas saring, aquades,  $H_2SO_4$  pekat,  $K_2S_2O_4$ ,  $HgO$ , indikator metil merah,  $NaOH$ ,  $HCl$  dan larutan  $K_2S$ .

### **3.2. Peralatan**

#### **3.2.1. Peralatan untuk pembuatan tepung agar-agar**

Alat yang digunakan untuk pembuatan tepung agar-agar meliputi timbangan digital “Mettler Toledo” dengan kapasitas maksimum 210 g dan minimum 0,01 g, baskom plastik, blender, beaker glass “Pyrex-Iwaki glass” 1000 ml, erlenmeyer 500 ml merk “Pyrex-Iwaki glass”, gelas ukur “Pyrex-Iwaki glass” 500 ml dan 100 ml, spatula, waterbath “Mommert” suhu maksimum 110 °C, pH meter, thermometer, kain saring, pengaduk, loyang plastik, loyang aluminium, oven “Binder”, dan ayakan.

#### **3.2.2. Peralatan untuk 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. Peralatan untuk analisis proksimat**

Alat yang digunakan untuk analisis proksimat seperti timbangan analitik, kertas saring, erlenmeyer, gelas piala, gelas ukur, buret, mortar, rangkaian alat destruksi, pipet volume 25 ml, statif, bola hisap, spatula, labu destruksi, labu destilasi, peralatan untuk ekstraksi lemak, oven dan desikator.

#### **3.2.4. Obyek untuk uji (tikus percobaan)**

Hewan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus wistar (*Rattus norvegicus*) yang bersifat omnivora (pemakan segala). Alasan digunakan tikus

wistar antara lain, karena tikus wistar mempunyai jaringan yang hampir sama dengan manusia serta kebutuhan zat gizinya serupa dengan manusia. Selain itu, tikus wistar telah diakui secara internasional sebagai hewan percobaan yang mudah dihomogenkan keberadaannya. Tikus ini sangat mudah menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Sifatnya sangat jinak asalkan tidak diganggu (Astuti, 1986).

Tikus putih wistar (*Rattus norvegicus*) yang digunakan adalah tikus berjenis kelamin jantan yang berumur 3 bulan dengan berat badan sekitar 200-250 g. Tikus ini diperoleh dari Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

### 3.2.5. Peralatan untuk analisis

Peralatan yang digunakan untuk mengambil serum darah meliputi tabung *appendorf* dan *haematocrit*.

Analisis kadar lipid serum darah meliputi analisis kolesterol dalam darah dan trigliserida, karena komponen utama besar lipid dalam darah adalah kolesterol dan trigliserida. Peralatan yang digunakan untuk analisis adalah tabung reaksi, mikropipet, *appendorf*, vortex, kuvet, sentrifuge dan spektrofotometer. Peralatan untuk analisis kadar kolesterol dalam feses meliputi timbangan analitik, waterbath, sentrifuge, spektrofotometer, tabung reaksi dan pipet. Sedangkan peralatan untuk analisis kekuatan gel tepung agar-agar *Gracilaria* spp. adalah erlenmeyer 100 ml, thermometer, waterbath, cetakan berdiameter. Peralatan untuk menganalisis serat makanan antara lain, peralatan untuk ekstraksi lemak "Soxhlet", neraca analitik, erlenmeyer 250 ml, penangas air, pH meter, aluminium foil, dan *cruicibe* (poresity 2) yang mengandung 0,5 g *celite* kering.

### 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 sebagai pembanding. Pada penelitian ini dilakukan eksperimen dengan dua faktor perlakuan yang berpengaruh, yaitu faktor bahan alkali pada proses *alkali treatment* (A) yang terdiri dari NaOH (A1), KOH (A2) dan Ca(OH)<sub>2</sub> (A3), dan faktor konsentrasi penambahan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. pada ransum pakan (B), yaitu konsentrasi 0% (B1) yang diamati sebagai kontrol, konsentrasi 7,5% (B2), dan konsentrasi 12,5% (B3). Cara penentuan konsentrasi tepung agar-agar dapat dilihat pada Lampiran 3. Adapun pengamatan dilakukan pada hari ke- 0, 3, 6, 9, 12, 15, dan 18 yang digunakan sebagai kelompok pengamatan. Berdasarkan faktor tersebut, maka dalam penelitian ini terdapat 9 perlakuan dan dirancang dengan 3 kali ulangan (n=3). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial (Yitnosumanto, 1993). Model untuk RAK faktorial adalah:

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

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

$\mu$  = nilai tengah umum

$A_i$  = pengaruh jenis alkali (NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>) pada taraf ke-i

$B_j$  = pengaruh konsentrasi tepung agar-agar pada taraf ke-j

$\rho_k$  = pengaruh kelompok pada taraf ke-k

$(AB)_{ij}$  = pengaruh interaksi jenis alkali dan konsentrasi

$\epsilon_{ijk}$  = galat percobaan pada perlakuan A taraf ke-i dan B taraf ke-j



Denah rancangan faktor perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Denah rancangan faktor perlakuan

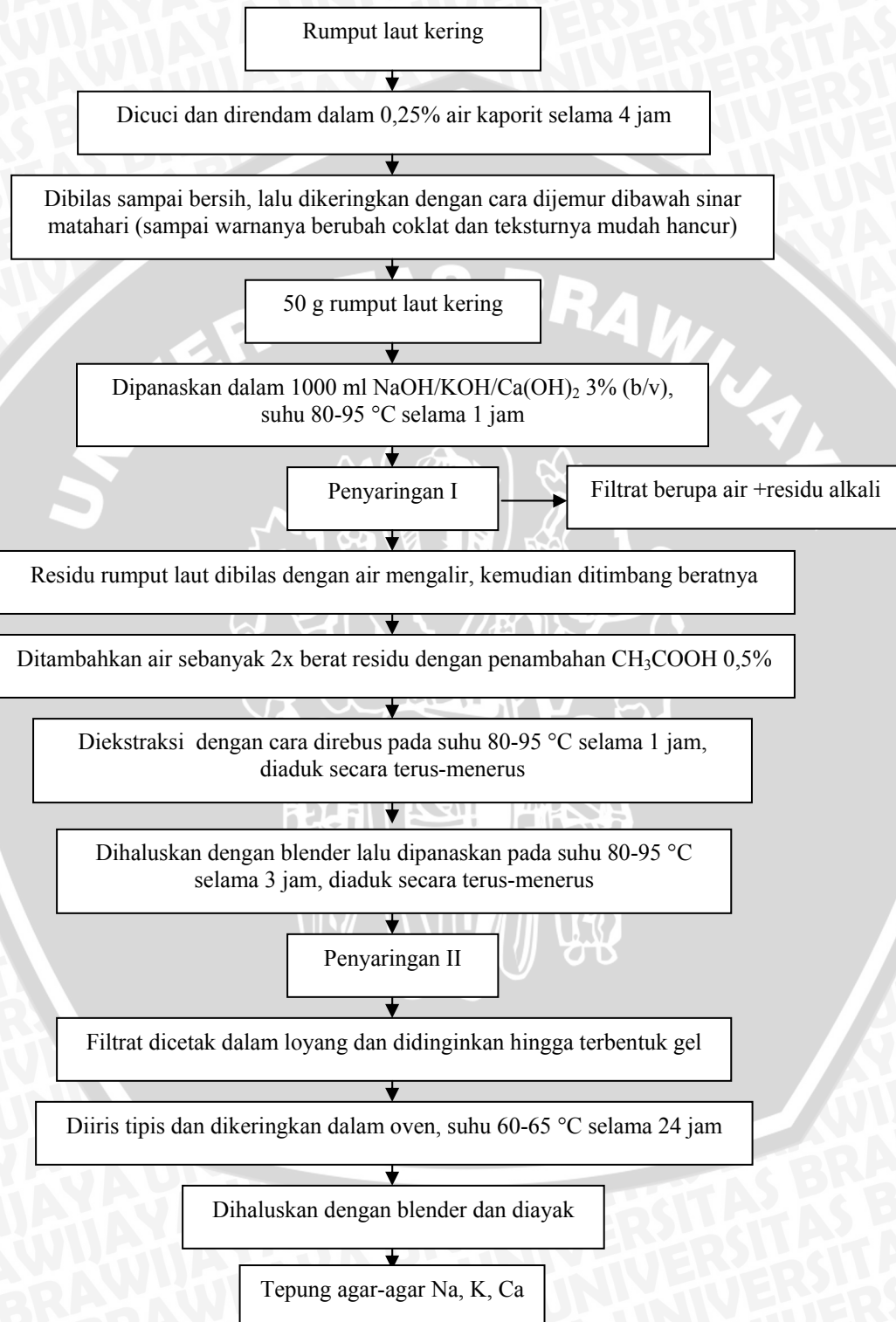
Faktor Perlakuan		Ulangan	Pengamatan hari ke-						Total
			0	3	6	9	12	15	
A1 (NaOH)	B1 (0%)	1							
		2							
		3							
	B2 (7,5%)	1							
		2							
		3							
	B3 (12,5%)	1							
		2							
		3							
A2 (KOH)	B1 (0%)	1							
		2							
		3							
	B2 (7,5%)	1							
		2							
		3							
	B3 (12,5%)	1							
		2							
		3							
A3 (Ca(OH) <sub>2</sub> )	B1 (0%)	1							
		2							
		3							
	B2 (7,5%)	1							
		2							
		3							
	B3 (12,5%)	1							
		2							
		3							

**3.3.1. Prosedur penelitian**

**3.3.1.1. Preparasi bahan uji**

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan preparasi bahan uji untuk memperoleh tepung agar-agar, yaitu dengan cara mengekstraksi rumput laut *Gracilaria* spp. yang telah mendapat perlakuan alkali dengan KOH, NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>.

Prosedur pembuatan tepung agar-agar didasarkan pada metode Shanti (2003) yang telah dimodifikasi, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur pembuatan tepung agar-agar

### 3.3.1.2. Pembuatan ransum pakan untuk tikus percobaan

Pada penelitian ini terdapat 3 macam ransum pakan tikus percobaan, yaitu ransum standar, ransum berkolesterol (dengan menambahkan 20% lemak sapi jenuh kedalam ransum standar), dan ransum perlakuan. Komposisi ransum standar yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti Standart *National Research Council* (NRC) (1978), sedangkan komposisi ransum berkolesterol berdasarkan Muchtadi (1989). Untuk ransum perlakuan terbuat dari ransum standar yang mengandung tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan KOH, NaOH dan Ca(OH)<sub>2</sub> sebagai pengganti CMC makanan. Komposisi ransum standar, ransum berkolesterol, dan ransum perlakuan tercantum pada

Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi ransum pakan tikus

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

Keterangan: x = % perlakuan (tepung agar-agar dengan konsentrasi 7,5% dan 12,5%)

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

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

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

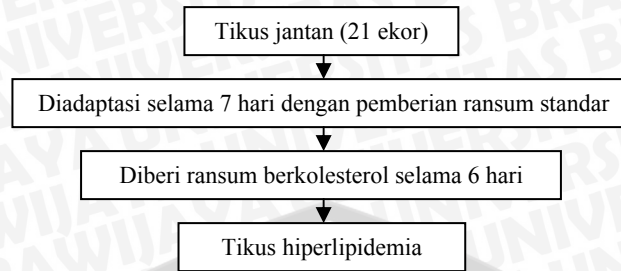
Cara pembuatan ransum pakan adalah dengan mencampur semua bahan dalam satu wadah dan diaduk sampai rata hingga membentuk adonan. Adonan tersebut dicetak dalam bentuk pellet, kemudian dikeringkan dalam oven suhu 60 °C selama 21 jam. Ransum yang telah jadi dikemas dalam plastik dan disimpan pada suhu kamar.

### 3.3.1.3. 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 adaptasi 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*. Pemberian ransum setiap harinya sebesar 15 g tiap ekor tikus. Menurut Astuti (1986), rata-rata kebutuhan makanan tikus dewasa perharinya sebesar 15 gram.

Setelah masa adaptasi selesai maka kadar kolesterol dinaikkan sampai melebihi batas normal kadar kolesterol tikus, dengan mengganti ransum standar dengan ransum berkolesterol. Menurut Kritchevsky (1964), level normal kolesterol serum darah tikus rata-rata sebesar 50-140 mg/dl.

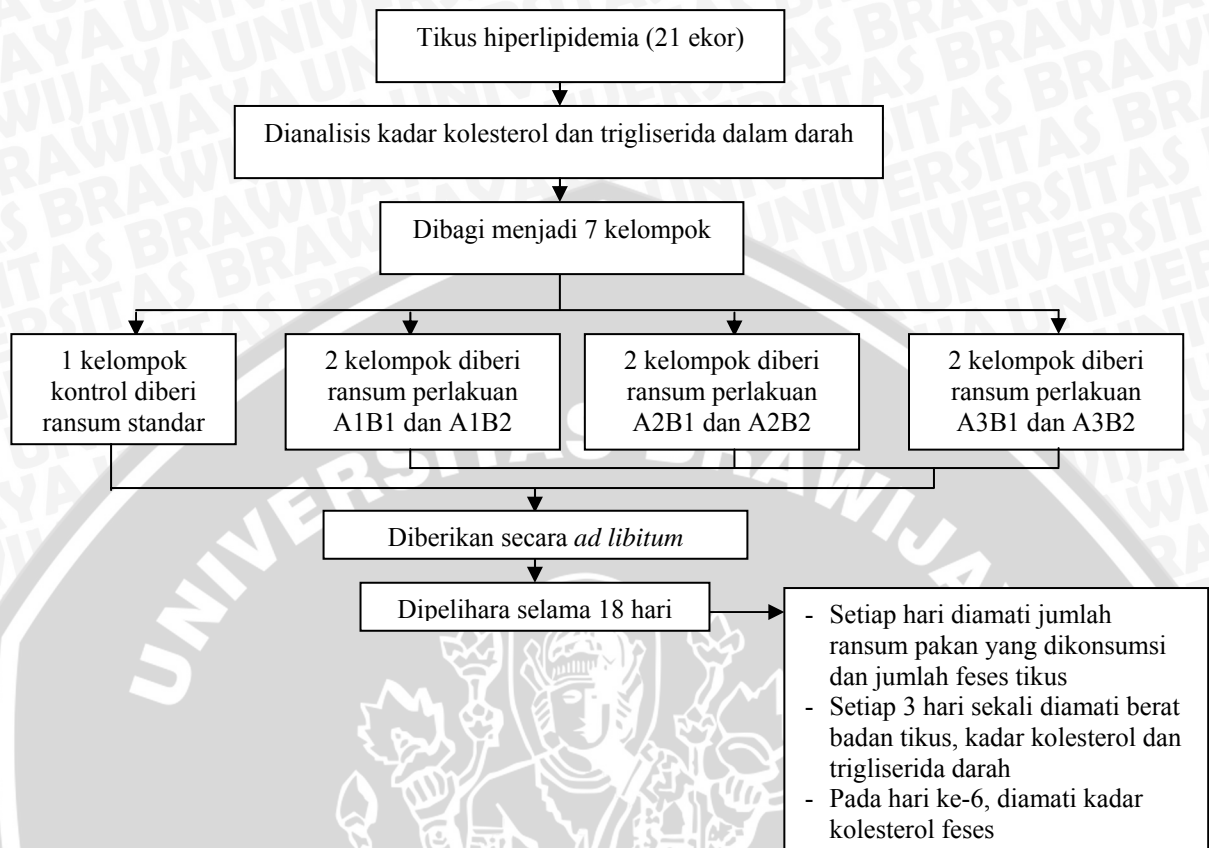
Berdasarkan hasil penelitian Susanti (2004), kondisi hiperlipidemia tikus dicapai pada hari ke-6 setelah tikus mengkonsumsi ransum yang mengandung lemak sapi jenuh 20%, dimana kadar kolesterol telah mencapai 204,91 ml/dl. Untuk manusia, kadar kolesterol diatas 200 mg/dl sudah tergolong hiperlipidemia (Anonymous, 2006<sup>c</sup>). Setelah kondisi hiperlipidemia tercapai, pemberian ransum berkolesterol dihentikan.



Gambar 3. Pembuatan tikus hiperlipidemia

#### 3.3.1.4. Pelaksanaan perlakuan/percobaan

Setelah kondisi hiperlipidemia tercapai, pemberian ransum berkolesterol dihentikan. Setelah itu tikus diambil secara acak dan dibagi menjadi 4 kelompok dimana kelompok satu merupakan kontrol (0%) yaitu tikus yang diberi ransum standar; kelompok dua yaitu tikus yang diberi ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar Na 7,5% dan Na 12,5%; kelompok tiga yaitu tikus yang diberi ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar K 7,5% dan K 12,5%; dan kelompok empat yaitu tikus yang diberi ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar Ca 7,5% dan Ca 12,5%. Pemberian ransum dilakukan secara *ad libitum*. Kemudian tikus dipelihara selama 18 hari dan setiap 3 hari sekali tikus ditimbang, diambil darahnya dan fesusnya untuk dianalisa kadar kolesterol dan kadar trigliserida dalam darah serta kadar kolesterol dalam feses. Sedangkan pengamatan jumlah ransum yang dikonsumsi dan berat feses tikus dilakukan setiap hari. Secara garis besar pelaksanaan perlakuan/percobaan dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 4. Pelaksanaan perlakuan

Untuk pengamatan kadar trigliserida dan kadar kolesterol dalam darah, 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 bagian ujung organ mata yang berdekatan dengan hidung tikus) sebanyak  $\pm 1$  ml dengan menggunakan *haematocrit* dan selanjutnya ditampung dalam tabung *appendorf*. Menurut Smith dan 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 kedalam *appendorf* lalu dianalisis kadar kolesterol dan trigliseridanya.

### 3.4. Parameter uji

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisa kadar proksimat tepung agar-agar dan ransum tikus (air, protein, lemak, abu, karbohidrat *by different*), kadar trigliserida, kolesterol dalam darah, kolesterol dalam feses, kadar serat makanan secara enzimatis, kekuatan gel rumput laut *Gracilaria* spp.

#### 3.4.1. Kadar Air

Tujuan dari pengujian kadar air adalah untuk mengetahui kadar air bebas yang terdapat dalam bahan yang dianalisa. Metode yang digunakan untuk penentuan kadar air adalah metode *Thermogravimetri*. Prinsip dari metode ini adalah sampel dipanaskan pada suhu (100-105) °C sampai diperoleh berat yang konstan. Pada suhu ini semua air bebas (yang tidak terikat pada zat lain) dapat dengan mudah diuapkan.

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

- Timbang sampel sebanyak 2 gram dalam botol timbang yang telah dioven semalam dan yang telah diketahui beratnya. Lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama semalam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15-30 menit dan ditimbang beratnya.
- Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan, dengan perhitungan:

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

Hasil analisis kadar air tepung agar-agar dapat dilihat pada Tabel 9, sedangkan hasil analisis kadar air ransum pakan tikus dapat dilihat pada Tabel 11.

### 3.4.2. Kadar Protein

Tujuannya yaitu untuk mengetahui jumlah kandungan protein dalam bahan dan menentukan tingkat kualitas protein dipandang dari sudut gizi. Metode yang digunakan untuk penentuan kadar protein adalah metode makro *Kjeldahl*. Prinsip dari analisis kadar protein adalah mencernakan sampel dengan asam pekat, sehingga N dalam protein akan terurai dan membentuk garam. Kemudian ditambahkan alkali akan membentuk  $\text{NH}_3$  yang didestilasi dan ditampung dalam  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , selanjutnya dititrasi dengan asam. Menurut Sudarmadji *et al.* (1997), penentuan kadar protein dengan menggunakan metode makro *Kjeldahl* adalah sebagai berikut :

- Timbang 1 g bahan dan masukkan dalam labu kjeldahl yang kemudian ditambahkan 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan setengah tablet kjeldahl kemudian didestruksi sampai warna cairan jernih. Selanjutnya didinginkan dan ditambah 50 ml aquades, 2 tetes indikator PP 1% serta 50 ml NaOH 40% sampai berwarna merah kecoklatan. Sampel didestilasi sehingga dihasilkan destilat.
- Destilat ini ditampung dalam erlenmeyer yang telah berisi 20 ml asam borax 4% dan 2 indikator PP 1%. Lakukan destilasi sampai destilat yang tertampung sebanyak 150 ml.
- Titrasi destilat yang diperoleh dengan standar HCl 0,1 N sampai timbul warna merah muda.
- Perhitungan :

$$\% \text{ kadar protein} = \frac{(\text{N} \times \text{V}) \text{HCl} \times 14,008 \times 6,25}{\text{gram sampel} \times 1000} \times 100\%$$



Keterangan: N = Normalitas HCl

V = Volume titrasi HCl

Hasil analisis kadar protein tepung agar-agar dapat dilihat pada Tabel 9, sedangkan hasil analisis kadar protein ransum pakan tikus dapat dilihat pada Tabel 11.

### 3.4.3. Kadar Lemak

Tujuan analisa kadar lemak pada bahan makanan adalah penentuan kadar lemak dan penentuan kualitas lemak. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar lemak adalah metode *Goldfishch*. Prinsip dari metode ini 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 dengan cara menimbang sisa sampel yang tidak terekstraksi Menurut Sudarmadji *et al.* (1997), penentuan kadar lemak adalah sebagai berikut, sampel kering sebanyak 5 g dibungkus dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya dan dimasukkan dalam *thimble* lalu dipasang pada gelas penyangga yang berada tepat dibawah kondensor alat destilasi *Goldfishch*. Selanjutnya PE 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 °C sampai berat konstan. Berat residu (hasil ekstraksi) dalam botol timbang dinyatakan sebagai berat lemak.

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{\text{berat residu}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

Hasil analisis kadar lemak tepung agar-agar dapat dilihat pada Tabel 9, sedangkan hasil analisis kadar lemak ransum pakan tikus dapat dilihat pada Tabel 11.

#### 3.4.4. Kadar Abu

Tujuan analisa kadar abu adalah untuk menentukan baik tidaknya suatu pengolahan dan sebagai parameter nilai gizi suatu bahan makanan (mengetahui kandungan mineral). Metode yang digunakan untuk penentuan kadar abu adalah metode pemanasan (pengeringan secara langsung). Prinsip dari analisis kadar abu adalah didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi 500-600 °C) terhadap semua senyawa organik dalam bahan. Kadar abu ditentukan berdasarkan berat kering bahan dan dinyatakan dalam persen.

Menurut Sudarmadji *et al.* (1997), penentuan kadar abu dengan menggunakan metode pemanasan adalah sebagai berikut : Timbang 2 g sampel kering dalam kurs porselen yang juga telah dikeringkan dan telah diketahui beratnya, kemudian pijarkan dalam muffle sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan dengan suhu 650 °C. Dinginkan kurs yang berisi abu didalam desikator selama 15-30 menit dan ditimbang. Perhitungan kadar abu sebagai berikut:

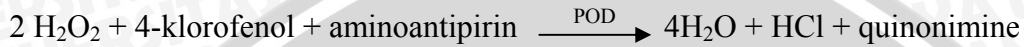
$$\% \text{ kadar abu (db)} = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat akhir sampel}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

Hasil analisis kadar abu tepung agar-agar dapat dilihat pada Tabel 9, sedangkan hasil analisis kadar abu ransum pakan tikus dapat dilihat pada Tabel 11.

#### 3.4.5. Kadar Trigliserida

Tujuannya yaitu untuk mengetahui kadar trigliserida dalam darah tikus setelah pemberian ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan adalah kit diagnostik CHOD-PAP buatan *Dyasis Diagnostic System GmbH and Co.* Prinsip dari metode ini adalah dengan menentukan trigliserida setelah 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 darah. Kestabilan trigliserida dapat disimpan pada suhu 2-8 °C selama 3 hari. Reagen yang digunakan meliputi Good's buffer pH 7,2, larutan campuran dan larutan standart 2,29 mmol/l gliserol  $G \approx 200 \text{ mg/dl}$  trigliserida, Gliserokinase (GK), Peroksidase (POD), Lipoprotein lipase (LPL) 4-Aminoantipirine, Gliserol-3-fosfat-oksidas (GPO). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10  $\mu\text{l}$  serum dengan 1000  $\mu\text{l}$  larutan pereaksi dan diinkubasi pada suhu 20-25 °C selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37 °C. Absorbansi sampel ( $A_s$ ) dan standar ( $A_{st}$ ) diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 500 nm. Konsentrasi trigliserida dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

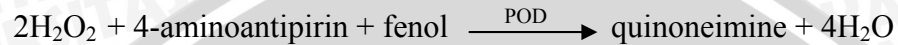
$$\text{Kadar trigliserida} = \frac{A_s}{A_{st}} \times 200 \text{ mg/dl}$$

Hasil analisis kadar trigliserida serum darah tikus wistar dilihat pada Lampiran 8.

#### 3.4.6. Kadar kolesterol dalam darah

Tujuannya yaitu untuk mengetahui kadar kolesterol dalam darah tikus setelah pemberian ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan adalah *Enzymatic Colorymetric Test* "CHOD-PAP" menggunakan kolesterol kit diagnostik buatan *Dyasis Diagnostic Systems GmbH & Co*. Prinsip dari metode ini adalah dengan

menentukan kolesterol setelah dihidrolisis dan dioksidasi. Sebagai indikatornya adalah dengan terbentuknya aguinoneimine dari reaksi  $\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{-aminoantipirin}$  dan fenol yang dikatalisis 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). Standart yang digunakan adalah serum darah dengan kadar kolesterol 200 mg/dl (5,2 mmol/l). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10  $\mu\text{l}$  serum darah dengan 1000  $\mu\text{l}$  larutan pereaksi, sedangkan larutan blanko (B) digunakan 100  $\mu\text{l}$  pereaksi. Setelah bahan-bahan tersebut tercampur, diinkubasi pada suhu 20-25  $^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37  $^{\circ}\text{C}$ . 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:

$$\text{Kadar kolesterol total} = \frac{A_s}{A_{st}} \times 200 \text{ mg/dl}$$

Hasil analisis kadar kolesterol serum darah tikus wistar dilihat pada Lampiran 7.

#### 3.4.7. Kadar kolesterol dalam feses (Libermann-Burchard)

Tujuannya yaitu untuk mengetahui kadar kolesterol dalam feses tikus, dikarenakan 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 penentuan kadar kolesterol feses adalah sampel

dengan asam asetat anhidrit dilarutkan dalam khloroform sampai menghasilkan warna biru kehijauan yang karakteristik. Adapun prosedur analisis kolesterol dalam feses menurut Tranggono (1992), adalah sebagai berikut:

- Timbang 1 g feses atau digesta lalu tambahkan 10 ml aseton-alkohol (1:1)
- Panaskan dalam air mendidih selama  $\pm 1$  menit sambil digoyang yang bertujuan untuk mengeluarkan kolesterol
- Larutan disaring dan dimasukkan labu ukur 10 ml, apabila volume filtrat kurang dari 10 ml maka ditambahkan acetone alkohol sampai volume 10 ml
- Dipanaskan dalam waterbath pada suhu 80-90 °C sampai kering, kemudian didinginkan dibawah air mengalir
- Ditambahkan khloroform 2 ml dan larutkan dalam 2 ml campuran asam asetat anhidrit dengan asam sulfat (30:1), homogenkan
- Tempatkan di ruang gelap selama 15 menit, sehingga larutan berwarna hijau kebiruan kemudian diabsorbansi pada  $\lambda$  680 nm

Hasil analisis kadar kolesterol feses tikus wistar dilihat pada Lampiran 16.

#### **3.4.8. Kadar serat makanan secara enzimatis (Sulaeman *et al.*, 1993)**

Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar serat makanan dalam bentuk serat yang larut air dan serat tidak larut air. Sampel basah dihomogenisasi dengan cara digiling menggunakan gilingan laboratorium. Selanjutnya diekstraksi lemaknya dengan menggunakan petroleum eter pada suhu kamar selama 15 menit sebanyak 40 ml petroleum eter per gram sampel. Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dan dimasukkan dalam erlenmeyer lalu tambahkan 25 ml 0,1 M buffer natrium fosfat pH 6 kemudian diaduk. Buffer ini ditambahkan dengan tujuan untuk menstabilkan enzim termamyi.

Ditambahkan 0,1 ml enzim termamayi. Erlenmeyer selanjutnya ditutup dengan alumunium foil dan diinkubasi dalam penangas air pada suhu 100 °C selama 15 menit. Sampel diangkat dan didinginkan, setelah itu ditambahkan 20 ml air destilat kemudian diatur pH menjadi 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 enzim pankreatin, erlenmeyer kembali ditutup dan diinkubasi dalam penangas air bergoyang pada suhu 40 °C selama 60 menit, pH diatur menjadi 4,5 menggunakan HCl. Selanjutnya disaring menggunakan *crucible* kering (porositas 2) yang telah diketahui beratnya dan mengandung 0,5 g *celite* kering. Terakhir dicuci dengan 2 x 10 ml air destilata.

#### 1. *Insoluble Dietary Fiber* (IDF)

Setelah itu dilakukan pencucian 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 (D1). Pengabuan pada suhu 550 °C minimal selama 5 jam. Ditimbang setelah didinginkan dalam desikator (I1).

#### 2. *Soluble Dietary Fiber* (SDF)

Volume fitrat diatur menjadi 100 ml dengan air destilata kemudian ditambahkan 400 ml etanol 95% (60 °C). Biarkan mengendap selama 1 jam. Disaring menggunakan *crucible* kering (porositas 2) yang telah diketahui beratnya dan mengandung 0,5 g *celite*, dicuci dengan 2 x 10 ml etanol 78%, 2 x 10 ml aseton. Dikeringkan pada suhu 105 °C selama semalam. Timbang setelah didinginkan dalam desikator (D2). Pengabuan dalam tanur pada suhu 550 °C selama 5 jam. Timbang setelah didinginkan dalam desikator (I2).

Blanko untuk serat yang tidak larut dan yang larut diperoleh dengan cara seperti pada prosedur untuk sampel tetapi tanpa sampel (B1 dan B2). Nilai blanko sewaktu-waktu harus dicek bila menggunakan enzim dari *batch* yang berbeda.

Perhitungan :

$$\% \text{ IDF} = (D1 - I1 - B1) / W \times 100\%$$

$$\% \text{ SDF} = (D2 - I2 - B2) / W \times 100\%$$

$$\% \text{ TDF (Total Dietary Fiber)} = \% \text{ SDF} + \% \text{ IDF}$$

Keterangan : W = berat sampel (g)

B = berat blanko bebas abu (g)

D = berat setelah pengeringan (g)

I = berat setelah pengabuan (g)

Hasil analisis kandungan serat makanan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub> dapat dilihat pada Lampiran 17.

#### 3.4.9. Kekuatan Gel (Yuwono dan Tri, 1998)

Tujuannya untuk mengetahui besarnya kekuatan gel pada tepung agar-agar. Tepung agar-agar sebanyak 0,8 g dan KCl 0,08 g dilarutkan ke dalam 50 ml aquades yang kemudian dipanaskan sampai suhunya mencapai 80 °C sambil terus diaduk. Setelah itu, larutan dimasukkan ke dalam cetakan yang berdiameter 6 cm dan dibiarkan pada suhu 10 °C selama 2 jam. Gel yang berbentuk dalam cetakan dikeluarkan dan siap untuk diukur gelnya dengan *tensile strength*. Prinsip dasar pengujian adalah memberikan beban pada sampel per satuan luas. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

- Letakkan sampel pada tumpuan
- Tepatkan batang penekan pada permukaan sampel dengan cara memutar roda penekan
- Putar roda penekan perlahan-lahan sambil diamati jarum penunjuk beban sampai sampel mulai tertembus

- Bacaan maksimum merupakan gaya untuk menembus sampel

$$\text{Kekuatan gel} = \frac{\text{gaya untuk menembus sampel}}{\text{luas permukaan sampel yang tertembus}} \text{ (N/cm}^2\text{)}$$

Hasil analisis kekuatan gel tepung agar-agar *Gracilaria* spp. hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub> dapat dilihat pada Lampiran 18.

### 3.5. Analisis Data

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





## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakteristik Gizi

#### 4.1.1. Tepung agar-agar *Gracilaria* spp.

Tepung agar-agar adalah produk berupa tepung yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut (ganggang *agarophyte*) dengan atau tanpa bahan tambahan yang diijinkan dan bersifat koloid bila dilarutkan dalam air panas (SNI, 1995). Hasil analisis proksimat dari tepung agar-agar dengan perlakuan alkali NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub> ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil analisis proksimat tepung agar-agar *Gracilaria* spp.

Parameter Uji	Analisa proksimat (%)		
	NaOH	KOH	Ca(OH) <sub>2</sub>
Protein	7.64±0.48	8.27±0.46	8.60±0.71
Lemak	0.51±0.06	0.49±0.01	0.50±0.01
Air	13.38±0.71	14.61±0.84	11.55±0.79
Abu	10.97±0.63	11.55±0.69	14.91±0.80
Karbohidrat ( <i>by different</i> )	60.96±3.22	65.04±4.63	63.52±4.58

Keterangan: analisis dilakukan secara duplo

Agar-agar yang bermutu baik memiliki komposisi kimia sebagai berikut: 16-20% air, 2.3-5.9% protein, 0.3-0.5% lemak, 67.8-76.1% karbohidrat, dan 3.4-3.6% abu (Anonymous, 2004). Berdasarkan hasil analisis proksimat, dapat diketahui bahwa tepung agar-agar yang diekstraksi dengan NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub> sebagian besar tersusun dari karbohidrat (60.96%, 65.04%, dan 63.52%). Menurut Winarno (1996), tepung agar-agar yang komposisinya sebagian besar tersusun dari karbohidrat merupakan salah satu sumber bahan pangan yang banyak mengandung polisakarida. Polisakarida merupakan serat tanaman yang mengandung berbagai serat diantaranya

selulosa, pektin, dan hemiselulosa yang mampu menurunkan kadar kolesterol (Pilliang dan Djojosoebagio, 1996).

Menurut Muchtadi (2001), kandungan serat pangan total beberapa jenis sayuran mentah berkisar antara 31,64-61,34 %. Dari hasil analisis serat makanan pada rumput laut dan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. (Tabel 10), dapat dilihat bahwa kandungan serat makanan dalam rumput laut dan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kandungan serat makanan yang ada pada sayuran. Sehingga rumput laut dan tepung agar-agar *Gracilaria* spp. tergolong sebagai sumber serat makanan yang tinggi.

Tabel 10. Kadar serat makanan rumput laut dan tepung agar-agar *Gracilaria* spp.

Bahan	Kadar serat makanan (%)		
	Tidak larut	Larut	Total
<i>Gracilaria</i> spp.	11.19	55.40	66.59
Tepung agar Na	20.44	47.88	68.32
Tepung agar K	12.24	65.10	77.34
Tepung agar Ca	19.18	50.67	69.85

#### 4.1.2. Ransum pakan

Analisis proksimat terhadap ransum pakan tikus (ransum standar, ransum berkolesterol, dan ransum perlakuan) bertujuan untuk mengetahui komposisi gizi yang terdapat dalam tiap ransum pakan yang berfungsi sebagai zat nutrisi dan juga untuk menunjang percepatan proses penurunan kadar lipid darah dalam kondisi berlebih. Hasil analisis proksimat ransum pakan tikus dapat dilihat dalam Tabel 11.

Berdasarkan hasil analisa proksimat dapat diketahui bahwa perbedaan yang paling menonjol dari ketiga ransum tersebut terletak pada kandungan lemaknya, dimana kandungan lemak tertinggi terdapat pada ransum berkolesterol. Hal ini dikarenakan pemberian ransum berkolesterol bertujuan untuk meningkatkan kadar kolesterol darah

tikus sehingga mencapai kondisi *hiperlipidemia*. Lemak jenuh merupakan lemak yang mengandung asam lemak jenuh dan apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebihan akan dapat meningkatkan kolesterol darah (Anonymous, 2003). Pada ransum perlakuan, kandungan karbohidrat lebih tinggi daripada ransum standar dan berkolesterol. Hal ini disebabkan pada ransum perlakuan ditambahkan tepung agar-agar yang juga mengandung karbohidrat.

Tabel 11. Hasil analisis proksimat ransum pakan tikus

Parameter Uji	Jenis Ransum				
	Standar (%)	Berkolesterol (%)	Perlakuan (%)		
			NaOH	KOH	Ca(OH) <sub>2</sub>
Protein	21.01	20.82	20.53	20.98	21.07
Lemak	4.99	24.10	4.84	4.65	5.11
Air	9.20	9.10	9.45	8.53	9.14
Abu	5.05	5.03	4.50	4.82	4.74
Karbohidrat ( <i>by different</i> )	58.75	40.90	59.96	60.51	59.83

#### 4.2. Kekuatan gel tepung agar-agar *Gracilaria* spp.

Pengertian kekuatan gel (*gel strength*) adalah ukuran kemampuan dispersi koloid untuk mempertahankan bentuk agar, ukuran tersebut menentukan kemampuan bahan menahan zat padat dalam keadaan suspensi (Anonymous, 2007).

Kekuatan gel agar-agar sangat tergantung pada perbandingan kandungan agarosa dan agaropektin. Agarosa tidak mengandung gugus sulfat dan mempunyai kemampuan tinggi membentuk gel. Sedangkan agaropektin mengandung gugus sulfat dan mempunyai kemampuan yang rendah untuk membentuk gel. Sehingga dapat dikatakan bahwa agarosa mempunyai kemampuan membentuk gel lebih kuat daripada agaropektin (Estiasih, 2006). Ditambahkan oleh Winarno (1996), umumnya genus *Gracilaria* memiliki perbandingan agarosa dan agaropektin sekitar 20:1, jauh lebih besar dari genus *Gelidium* yang memiliki perbandingan 5:1. Hal ini menyebabkan gel agar-agar

*Gracilaria* lebih kuat dan kokoh. Hasil analisis kekuatan gel agar dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil analisis kekuatan gel

Tepung agar-agar	Kekuatan gel (N/cm <sup>2</sup> )
NaOH	0,34
KOH	0,85
Ca(OH) <sub>2</sub>	0,11

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa tepung agar-agar hasil alkali treatment dengan KOH mempunyai kekuatan gel tertinggi yaitu sebesar 0,85 N/cm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan gel terendah dimiliki oleh tepung agar-agar Ca(OH)<sub>2</sub> sebesar 0,11 N/cm<sup>2</sup>. Menurut Angka dan Suhartono (2000), tujuan dari perlakuan alkali adalah untuk mengkatalisis/mempercepat laju reaksi kimia pelepasan gugus 6-sulfat dari unit galaktopiranososa yang berikatan 1,4 dengan membentuk residu 3,6-anhidro-galaktosa sehingga dapat mempercepat proses pembentukan struktur heliks dan dapat memberikan kekuatan gel yang lebih tinggi. Bila alkali yang digunakan semakin kuat sifat kebasannya, maka semakin cepat pula reaksi kimia pelepasan gugus sulfat sehingga kekuatan gel yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Nilai pH sangat mempengaruhi kekuatan gel agar, dimana semakin asam maka kekuatan gel agar semakin lemah. Sebaliknya semakin basa, semakin tinggi kekuatan gel agar yang dihasilkan (Stephen, 1995). Apabila dilihat berdasarkan keberadaannya dalam tabel unsur periodik, unsur K mempunyai sifat kebasaaan yang lebih kuat daripada Na dan Ca (Oxtoby *et al.*, 2001). Ditambahkan pula oleh Suryaningrum (1998), perbedaan alkali akan mempengaruhi gel yang dihasilkan tepung agar-agar. Adanya garam natrium (Na) akan menghasilkan gel yang kental dengan kekuatan gel yang rendah, garam

kalsium (Ca) menyebabkan gel yang elastis, dan garam kalium (K) memberikan gel yang kaku.

### 4.3. Pengaruh Pemberian Tepung Agar-agar Terhadap Jumlah Ransum Yang Dikonsumsi Tikus, Berat Badan Tikus, dan Jumlah Feses Tikus

#### 4.3.1. Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus

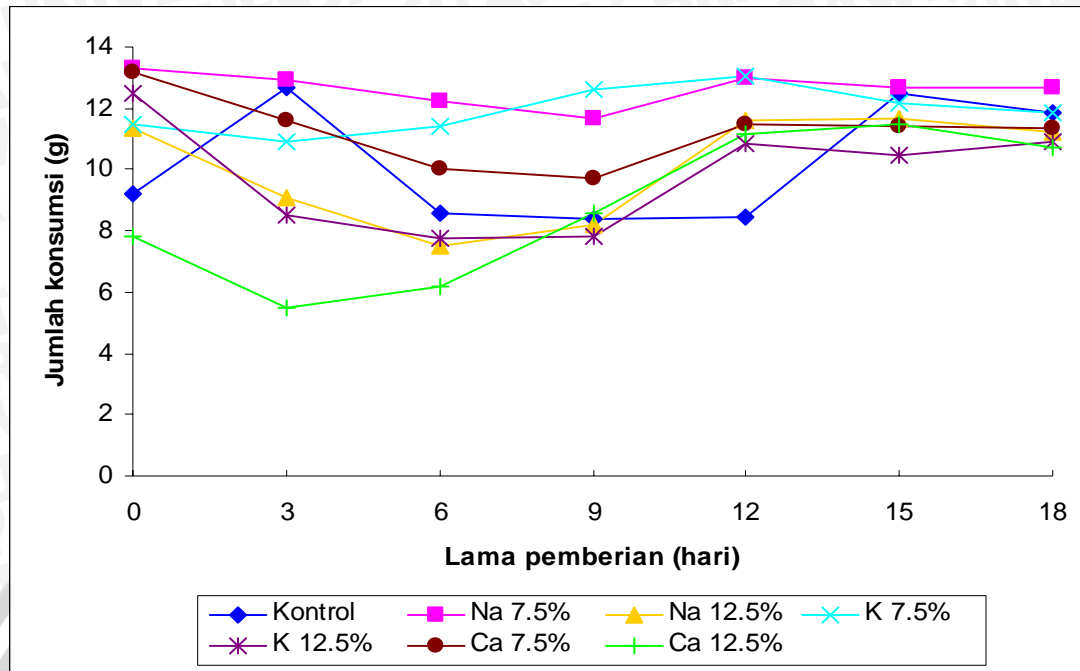
Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus tiap 3 hari perlakuan, serta jumlah ransum yang dikonsumsi per berat badan tikus dapat dilihat pada Lampiran 4. Jumlah konsumsi tikus dapat dilihat pada Tabel 13. Hasil analisis statistik jumlah ransum yang dikonsumsi tikus dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan alkali dan perbedaan konsentrasi tepung agar-agar berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi. Interaksi antara perbedaan perlakuan alkali dengan perbedaan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum tikus tidak berpengaruh ( $p > 0.05$ ) terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi.

Tabel 13. Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus dihitung per 3 hari

Hari ke-	Kontrol 0%	JUMLAH PAKAN YANG DIKONSUMSI (g/hr)					
		Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	9.20±0.15	13.30±0.46	11.33±1.00	11.50±3.12	12.50±2.00	13.17±0.68	7.83±3.78
3	12.66±0.52	12.96±0.49	9.11±2.44	10.90±4.62	8.53±1.76	11.62±1.62	5.46±4.81
6	8.58±0.99	12.22±1.43	7.50±3.41	11.40±3.74	7.76±1.88	10.05±1.11	6.15±5.20
9	8.41±0.37	11.69±1.61	8.20±3.53	12.62±1.65	7.81±1.25	9.69±1.43	8.56±0.77
12	8.42±0.35	12.99±0.51	11.58±1.78	13.06±1.21	10.82±0.69	11.48±0.59	11.18±0.69
15	12.51±0.53	12.67±0.76	11.69±1.46	12.18±0.96	10.47±0.57	11.43±0.85	11.46±0.76
18	11.84±1.51	12.70±0.81	11.24±0.72	11.83±0.46	10.89±0.23	11.36±1.19	10.74±0.95

Keterangan: n=3

Pengaruh pemberian tepung agar-agar *Gracilaria* spp. dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus selama 18 hari dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 5.

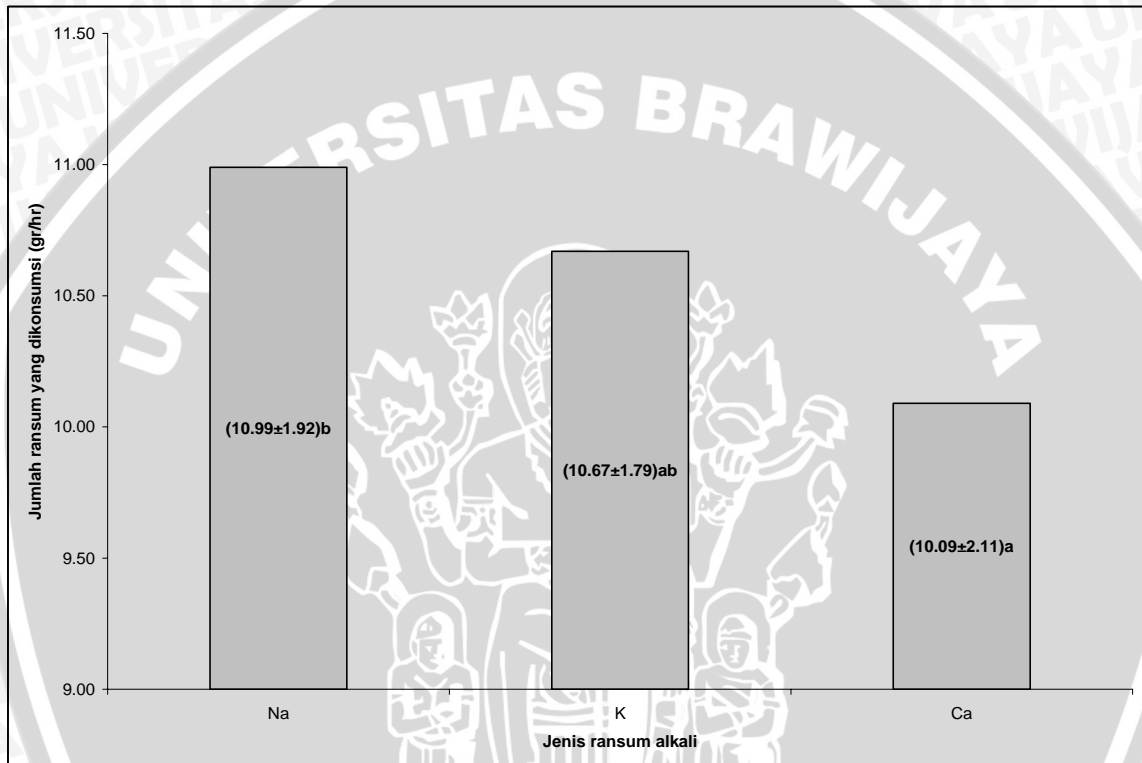


Gambar 5. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar (*Gracilaria* spp.) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus

Dari Gambar 5 dapat dilihat jumlah konsumsi tikus percobaan untuk masing-masing perlakuan mulai stabil mulai hari ke-12 sampai hari ke-18. Berdasarkan hasil uji statistik, perbedaan hari berpengaruh nyata terhadap jumlah dikonsumsi tikus ( $p < 0.05$ ). Jumlah konsumsi tertinggi untuk semua perlakuan terjadi pada hari ke-15, sedangkan jumlah konsumsi terendah terjadi pada hari ke-6. Hal ini dikarenakan pada hari ke-15, kemungkinan tikus percobaan sudah beradaptasi dengan ransum pakan yang diberikan sehingga jumlah yang dikonsumsi meningkat. Selain itu, juga diduga berkaitan dengan berat badan tikus percobaan yang juga berbeda tiap harinya yaitu berkisar antara 190,0 – 248,8 g, sehingga menyebabkan kebutuhan pakannya berbeda untuk tiap harinya. Menurut Warsito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus.

Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan  $\alpha = 0.05$ ; tikus perlakuan yang mengkonsumsi ransum dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment*

NaOH berbeda nyata dengan tikus perlakuan yang mengkonsumsi ransum dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment*  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , akan tetapi keduanya tidak berbeda nyata dengan tikus perlakuan yang mengkonsumsi ransum dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* KOH. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bentuk histogram pada Gambar 6.

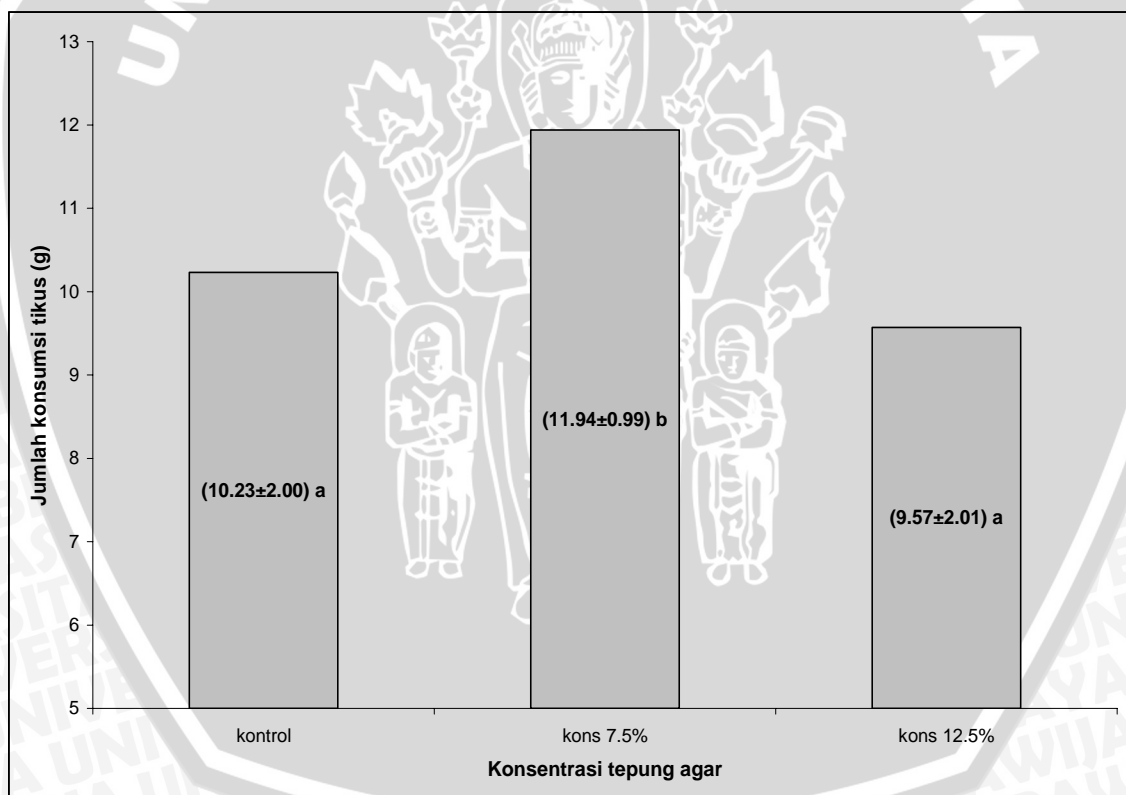


Gambar 6. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus (tanpa membedakan konsentrasinya)

Pada Gambar 6 jumlah konsumsi pakan terendah terdapat pada tikus yang mengkonsumsi ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment*  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Hal ini dikarenakan ransum yang ditambahkan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  memiliki tekstur yang keras dan bau yang lebih menyengat, sehingga menurunkan selera makan tikus. Sedangkan jumlah konsumsi pakan tertinggi terdapat pada tikus yang mengkonsumsi ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, hal ini dikarenakan

ransum dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* NaOH memiliki tekstur yang empuk, tapi tidak mudah hancur dan bau tidak menyengat sehingga meningkatkan selera makan tikus.

Hasil uji BNJ ( $\alpha=0.05$ ) konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum menunjukkan perbedaan yang nyata untuk konsentrasi 7,5% dan 12,5% yang berpengaruh terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus. Untuk tikus dengan perlakuan konsentrasi 0% (kontrol) tidak berbeda nyata dengan tikus perlakuan konsentrasi 12,5%, tetapi berbeda nyata dengan tikus perlakuan konsentrasi 7,5%. Perbedaan ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram pengaruh konsentrasi tepung agar-agar yang diberikan terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi tikus (tanpa membedakan jenis alkali)

Dapat dilihat dari Gambar 7, bahwa jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus untuk perlakuan 12,5% lebih kecil dibandingkan perlakuan 7,5% dan kontrol. Semakin



besar konsentrasi yang ditambahkan, semakin sedikit pula jumlah ransum yang dikonsumsi. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil konsentrasi yang ditambahkan, semakin tinggi jumlah ransum yang dikonsumsi. Hal ini diduga karena adanya serat makanan yang terdapat pada tepung agar-agar, dimana menurut Muchtadi (2001) dengan mengkonsumsi makanan yang tinggi serat, dapat meningkatkan rasa kenyang.

#### 4.3.2. Berat badan tikus

Penimbangan berat badan tikus bertujuan untuk mengetahui perkembangan berat badan tikus selama penelitian. Hasil uji statistik pada Lampiran 10, menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan alkali dan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap berat badan tikus pada hari ke-0. Berat badan tikus hari ke-0 menunjukkan perbedaan yang nyata pada tiap perlakuan. Berat badan tikus hari ke-0 untuk perlakuan Ca 7,5% memiliki berat badan yang lebih besar daripada perlakuan lainnya dan berat badan tikus untuk perlakuan Ca 12,5% memiliki berat badan terkecil dibandingkan berat badan tikus perlakuan lainnya. Data berat badan tikus dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Berat badan tikus per 3 hari

Hari ke-	Kontrol 0%	BERAT BADAN TIKUS (g)					
		Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	198.43±6.52	231.13±11.10	229.43±11.15	228.33±5.65	212.53±14.63	233.90±0.30	197.33±22.43
3	196.93±6.10	232.17±8.70	225.10±9.96	225.13±1.10	211.43±4.02	232.13±2.58	190.77±27.98
6	195.70±6.92	234.13±7.51	224.40±9.24	228.03±1.43	205.67±7.05	232.60±3.55	190.50±28.61
9	196.80±8.24	237.80±6.74	226.97±13.58	233.90±3.44	206.17±4.75	237.37±5.31	190.00±25.56
12	197.13±8.61	243.33±5.68	228.00±14.34	240.73±3.35	207.63±5.22	237.37±2.67	194.70±23.72
15	212.33±10.43	245.10±4.79	231.07±15.91	238.37±7.02	208.17±3.06	240.87±6.05	195.50±22.39
18	205.87±7.91	248.80±6.14	235.20±15.39	242.37±7.36	210.40±2.33	243.53±6.36	197.07±18.65

Keterangan: n=3

Karena berat badan awal tikus berbeda nyata, maka untuk mengetahui pengaruh jumlah ransum pakan yang dikonsumsi terhadap berat badan dilihat dari laju

pertumbuhannya. Menurut Cholik, dkk. (2005), laju pertumbuhan berat badan mutlak dapat diperoleh dari rumus perhitungan berikut:

$$\text{Laju pertumbuhan mutlak} = \frac{\text{Bak} - \text{Baw}}{H} \text{ (g/hr)}$$

Ket : Bak = berat badan akhir (hari ke-x)

Baw = berat badan awal (3 hari sebelumnya)

H = 3 hari

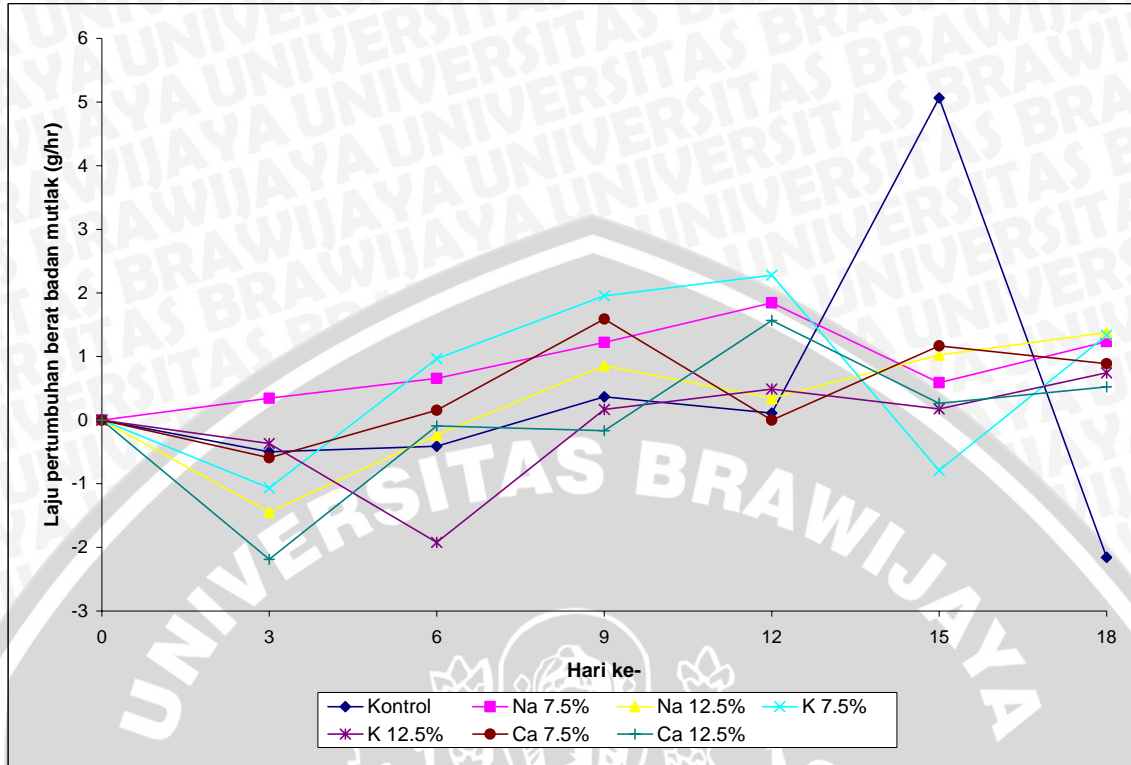
Data laju pertumbuhan berat badan tikus disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Laju pertumbuhan berat badan tikus

Hari ke-	Kontrol 0%	LAJU PERTUMBUHAN (g/hr)					
		Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	0	0	0	0	0	0	0
3	-0.50	0.34	-1.44	-1.07	-0.37	-0.59	-2.19
6	-0.41	0.66	-0.23	0.97	-1.92	0.16	-0.09
9	0.37	1.22	0.86	1.96	0.17	1.59	-0.17
12	0.11	1.84	0.34	2.28	0.49	0.00	1.57
15	5.07	0.59	1.02	-0.79	0.18	1.17	0.27
18	-2.16	1.23	1.38	1.33	0.74	0.89	0.52

Hasil analisis statistik pada Lampiran 11, menunjukkan bahwa jenis alkali dan konsentrasi tepung agar-agar tidak berpengaruh pada laju pertumbuhan berat badan tikus ( $p > 0,05$ ) serta tidak terdapat interaksi antara jenis alkali dengan konsentrasi ( $p > 0,05$ ). Jumlah ransum yang dikonsumsi juga tidak berpengaruh ( $p > 0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus. Akan tetapi perbedaan hari berpengaruh terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus. Dari hasil uji BNJ ( $\alpha = 0,05$ ), laju pertumbuhan untuk semua perlakuan pada hari ke-0, 3, 6, 18 berbeda nyata dengan hari ke-15.

Pengaruh pemberian tepung agar-agar *Gracilaria* spp. dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus selama 18 hari dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar (*Gracilaria spp.*) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa berat badan tikus untuk hampir semua perlakuan menurun drastis pada hari ke-3 dikarenakan tikus masih belum beradaptasi dengan ransum pakan yang diberikan. Untuk tikus dengan perlakuan Na 7,5% tidak mengalami penurunan berat badan pada hari ke-3, hal ini diduga dikarenakan tikus telah mampu beradaptasi dengan cepat terhadap ransum yang diberikan. Akan tetapi dengan bertambahnya hari, laju pertumbuhan berat badan juga semakin meningkat dikarenakan konsumsi pakan yang juga semakin meningkat sampai hari ke-18. Peningkatan ini diduga dikarenakan tikus sudah beradaptasi dengan ransum pakan yang diberikan sehingga selera makan meningkat, yang diikuti dengan peningkatan berat badan tikus. Dari grafik juga diketahui bahwa titik penurunan berat badan terendah terdapat pada tikus yang diberi ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar Ca 12,5%,

yang terjadi pada hari ke-3. Hal ini diduga dikarenakan ransum yang ditambahkan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  memiliki tekstur yang keras dan bau yang lebih menyengat daripada ransum yang ditambahkan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH dan KOH, sehingga menurunkan selera makan tikus dan menyebabkan berat badan tikus juga ikut menurun.

Pengaruh serat makanan yang diberikan mampu mempercepat waktu transit makanan dalam usus halus sehingga mengurangi penyerapan lemak (Linder, 1992). Ditambahkan pula oleh Muchtadi (1989), serat kasar yang relatif tinggi mengandung kalori yang rendah, kadar gula dan lemak rendah sehingga dapat membantu mengurangi terjadinya obesitas. Ada beberapa alasan serat makanan dapat mencegah kegemukan (obesitas), yaitu:

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

#### **4.3.3. Berat feses tikus**

Feses tikus dikeringkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari terlebih dahulu sampai kering kemudian ditimbang untuk mengetahui berat feses. Penimbangan feses dilakukan setiap hari dengan tujuan untuk mengetahui peranan serat tepung agar-agar terhadap banyaknya feses yang dikeluarkan oleh tikus. Data berat feses tikus per berat badan tikus dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan berat feses tikus yang dihitung per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 16.

Hasil analisis statistik feses tikus pada Lampiran 12, menunjukkan bahwa perbedaan alkali dan perbedaan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam

ransum tikus berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap jumlah feses tikus, dan terdapat interaksi antara perbedaan alkali dan konsentrasi ( $p < 0.05$ ).

Tabel 16. Jumlah feses tikus per 3 hari (g/hr)

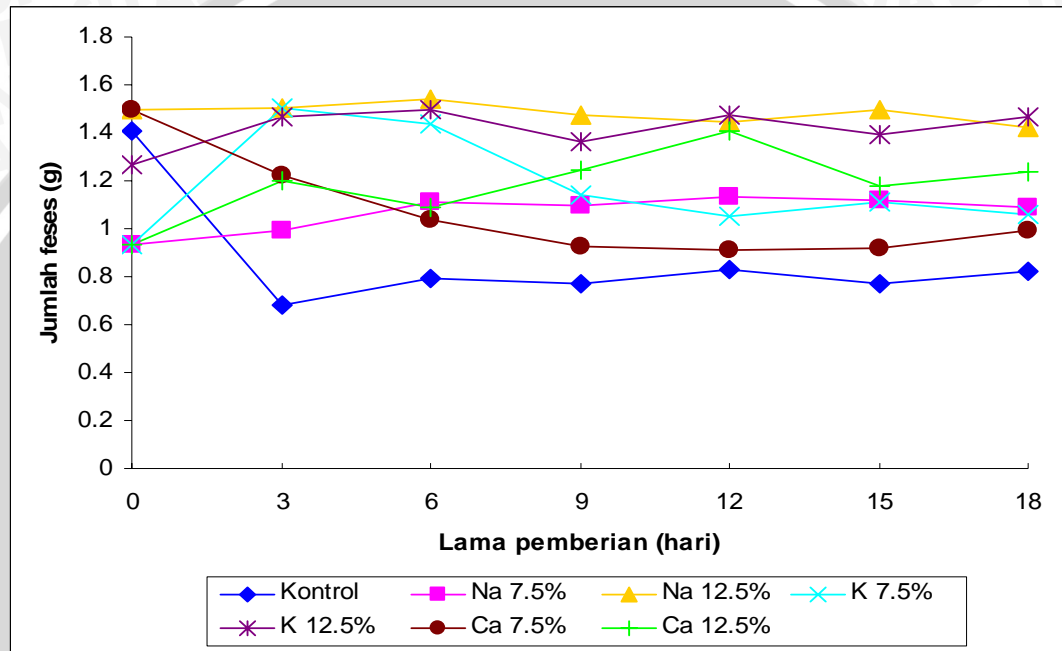
Hari ke-	Kontrol 0%	Perlakuan					
		Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	1.41±0.25	0.93±0.25	1.50±0.40	0.93±0.35	1.27±0.21	1.50±0.17	0.93±0.59
3	0.68±0.15	0.99±0.01	1.50±0.60	1.51±0.49	1.47±0.18	1.23±0.13	1.20±0.24
6	0.79±0.04	1.11±0.07	1.54±0.45	1.44±0.25	1.50±0.15	1.04±0.18	1.09±0.13
9	0.77±0.06	1.09±0.08	1.48±0.25	1.14±0.21	1.36±0.06	0.93±0.10	1.24±0.15
12	0.83±0.12	1.13±0.03	1.44±0.30	1.06±0.11	1.48±0.08	0.91±0.10	1.41±0.22
15	0.77±0.12	1.12±0.23	1.50±0.43	1.11±0.07	1.39±0.37	0.92±0.05	1.18±0.15
18	0.82±0.12	1.09±0.20	1.42±0.13	1.06±0.22	1.47±0.60	0.99±0.30	1.24±0.13

Keterangan: n=3

Pengaruh pemberian tepung agar-agar *Gracilaria* spp. dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah feses tikus dapat dilihat pada Gambar 9. Dari Gambar 9, dapat dilihat bahwa berat feses setelah pemberian ransum perlakuan mengalami kecenderungan untuk meningkat. Tikus yang mengkonsumsi ransum perlakuan lebih banyak mengeluarkan feses daripada tikus kontrol, serta semakin besar konsentrasi tepung agar-agar yang diberikan maka jumlah feses yang dihasilkan juga semakin banyak.

Jumlah feses tikus tertinggi terdapat pada ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar K 12,5%, hal ini diduga dikarenakan kandungan serat makanan dalam tepung agar-agar K lebih banyak daripada tepung agar-agar Na dan Ca. Selain itu, jumlah konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum tikus juga ikut mempengaruhi jumlah serat makanan dalam ransum, semakin besar konsentrasi tepung agar, semakin besar pula jumlah serat makanan pada ransum. Pada konsentrasi 12,5%, jumlah serat makanan yang terdapat dalam ransum pakan tikus lebih banyak daripada konsentrasi 7,5%. Menurut Aebi *et al* (1981), serat makanan memiliki peran yaitu dapat

mengikat air sebanyak mungkin dan mengikat sisa-sisa makanan dalam usus serta mampu memperpendek waktu transit sisa makanan didalam perut. Serat makanan setelah masuk usus memiliki sifat dapat mengikat air sehingga menyebabkan sisa makanan menjadi berat dan lunak, mempercepat gerak peristaltik usus yang menyebabkan proses buang air besar menjadi lancar dan volume feses meningkat.



Gambar 9. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar (*Gracilaria* spp.) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah feses tikus

Jumlah feses paling rendah terdapat pada ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar Ca 7,5%. Hal ini diduga berhubungan dengan menurunnya selera makan tikus. Penurunan selera makan ini dikarenakan ransum yang ditambahkan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  memiliki tekstur yang keras dengan bau yang agak menyengat apabila dibandingkan dengan ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH dan KOH yang teksturnya empuk tapi tidak mudah hancur dan tidak berbau menyengat, sehingga tikus-tikus mudah mengkonsumsinya. Selain itu, konsentrasi tepung agar-agar 7,5% memiliki

jumlah kandungan serat makanan yang sedikit dibandingkan dengan konsentrasi 12,5% sehingga jumlah feses yang dikeluarkan juga sedikit. Menurut Sudarmanto (1992), kemampuan serat untuk mengikat air menyebabkan tinja menjadi lebih berat dan lunak sehingga akan memungkinkan tinja untuk bergerak lebih cepat dan teratur dalam saluran pencernaan. Makanan dengan kadar serat yang rendah menyebabkan jumlah tinja sedikit, kering, dan berada dalam usus lebih lama karena gerakannya menjadi sangat lama.

#### **4.4. Pengaruh Pemberian Tepung Agar-agar (*Gracilaria* spp.) Terhadap Kadar Kolesterol Darah dan Kadar Trigliserida Darah Tikus**

##### **4.4.1. Kolesterol darah tikus**

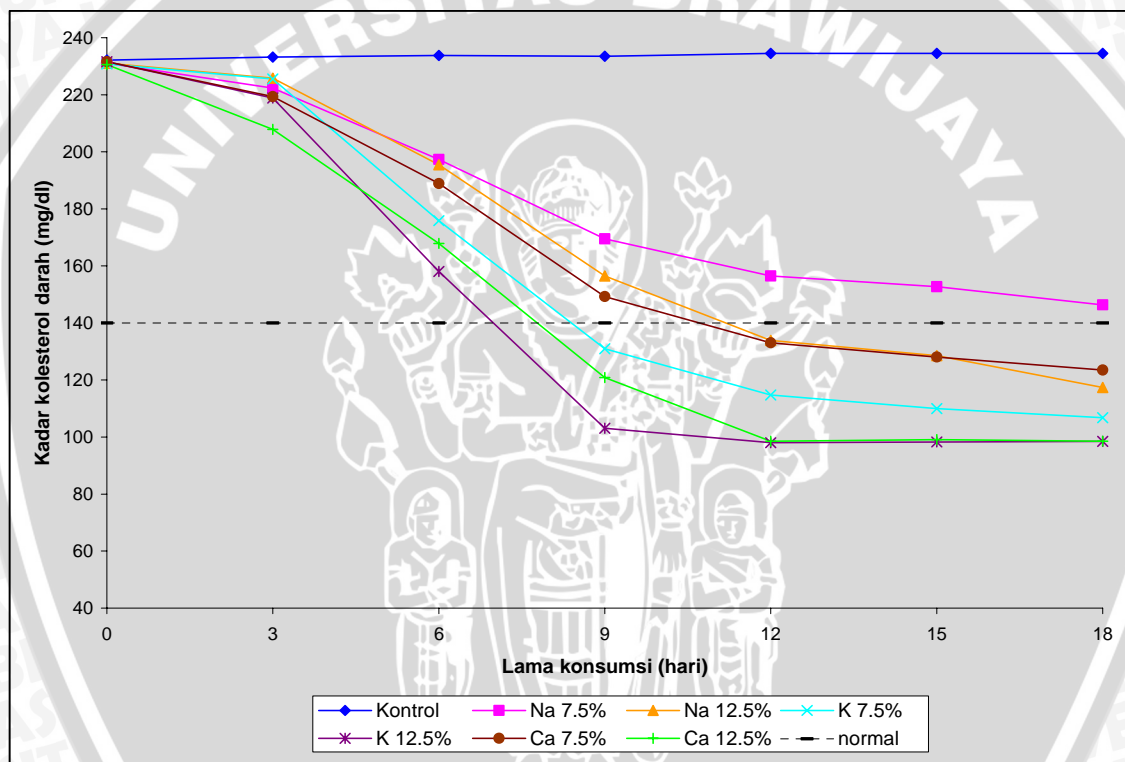
Kolesterol adalah lemak yang berwarna kekuningan dan berupa seperti lilin yang diproduksi oleh tubuh (terutama dalam hati), sebagai pembentuk hormon steroid dan asam empedu yang berguna untuk metabolisme lemak (Heslet, 2004). Data kadar kolesterol darah tikus dapat dilihat pada Lampiran 7.

Data hasil analisis statistik kadar kolesterol darah tikus pada Lampiran 13, menunjukkan bahwa perbedaan alkali dan perbedaan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap kolesterol darah tikus dimana kadar kolesterol yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan, dan terjadi interaksi antara perbedaan alkali dan konsentrasi ( $p < 0.05$ ), sedangkan hari juga berpengaruh terhadap kadar kolesterol darah ( $p < 0.05$ ). Pengaruh yang nyata ini terlihat pada Gambar 10 dimana kadar kolesterol tikus kontrol berbeda nyata dengan tikus perlakuan. Data rata-rata kolesterol darah tikus juga dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Rata-rata kolesterol darah tikus (mg/dl)

Hari ke-	Kontrol 0%	Perlakuan					
		Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	232.14±1.22	231.08±4.79	231.08±3.65	230.81±2.00	231.61±4.39	231.61±2.01	230.55±4.80
3	233.20±1.22	222.31±0.80	225.77±4.39	225.50±4.98	218.86±4.60	219.39±2.30	207.83±3.24
6	233.73±1.22	197.34±1.66	195.49±3.22	175.83±0.92	158.04±2.00	188.84±1.60	167.86±2.43
9	233.47±0.80	169.45±1.66	156.44±2.44	130.94±1.22	103.05±1.22	149.27±1.22	120.85±1.66
12	234.53±1.22	156.44±1.66	133.87±1.38	114.74±0.80	98.01±0.80	133.07±2.11	98.54±1.22
15	234.53±0.92	152.72±1.22	128.55±1.22	109.96±0.80	98.27±0.46	128.02±2.43	99.07±0.46
18	234.53±0.46	146.35±1.22	117.40±1.22	106.77±2.11	98.47±0.41	123.51±2.11	98.54±0.46

Keterangan: a) Kadar kolesterol normal tikus sebesar  $\leq 140$  mg/dl (Kritchevsky, 1964)  
 b) n=3



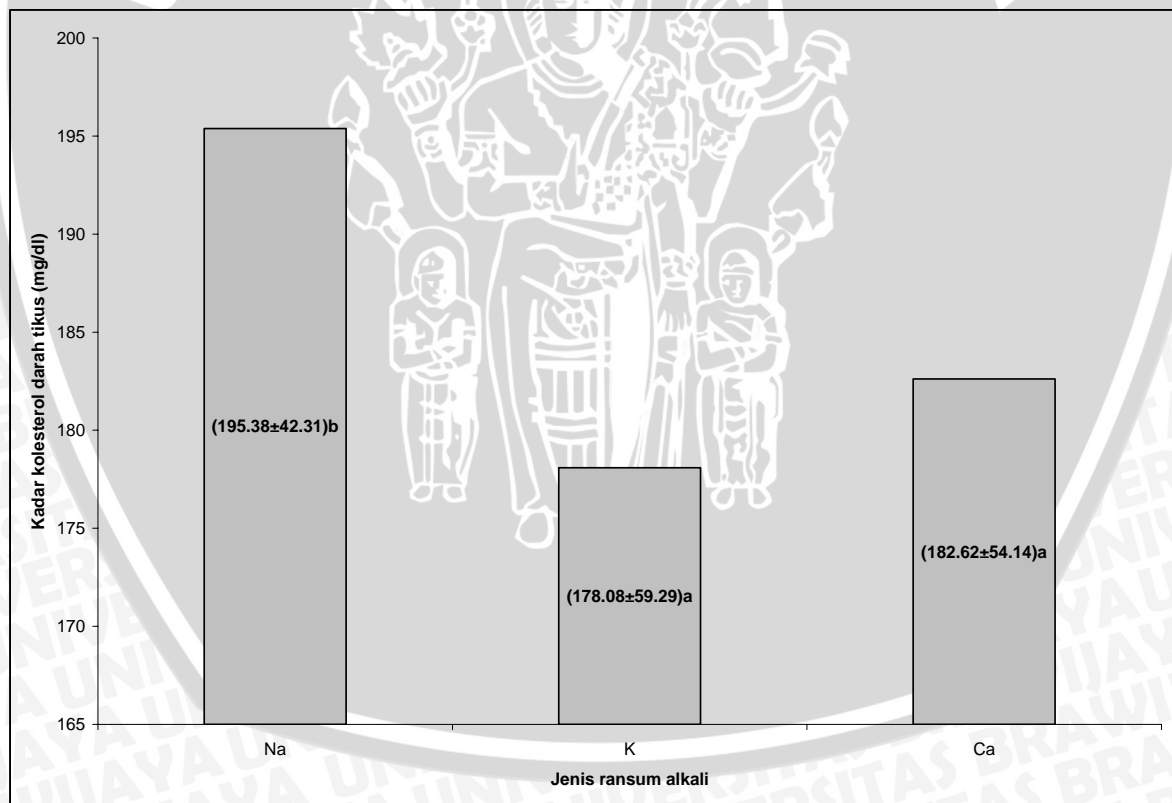
Gambar 10. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar (*Gracilaria spp.*) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap kolesterol darah tikus

Berdasarkan Gambar 10, ransum dengan penambahan tepung agar-agar K 12,5% lebih cepat dalam menurunkan kadar kolesterol darah tikus jika dibandingkan ransum perlakuan yang lainnya. Tikus yang mengkonsumsi ransum perlakuan Na 7,5% paling lambat penurunan kadar kolesterolnya. Hal ini dikarenakan jenis ransum yang ditambahkan tepung agar-agar K lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol serum



darah tikus dibandingkan jenis ransum lainnya. Kandungan serat dalam tepung agar-agar K lebih banyak, semakin banyak jumlah serat yang dikonsumsi menimbulkan efek penurunan kolesterol semakin efektif. 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). Ditambahkan oleh Siagian (2003), bahwa dengan mengkonsumsi beberapa jenis serat makanan tertentu dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Untuk lebih jelasnya, pengaruh jenis ransum alkali terhadap penurunan kadar kolesterol serum darah tikus dapat dilihat pada

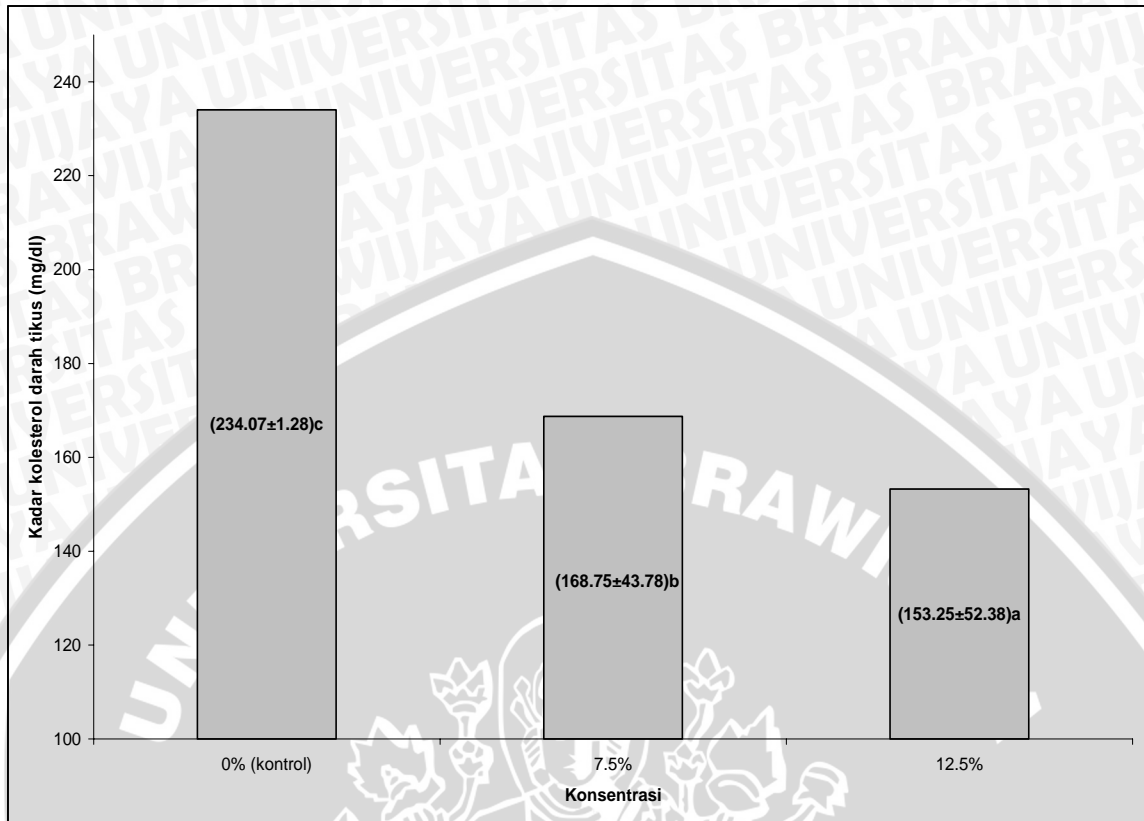
Gambar 11.



Gambar 11. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap penurunan kadar kolesterol serum darah tikus (tanpa memperhatikan konsentrasinya)

Penurunan kadar kolesterol ini diduga pula berhubungan dengan kekuatan gel agar-agar. Kekuatan gel tertinggi terdapat pada tepung agar-agar K, sehingga semakin kuat gel yang dihasilkan maka akan semakin besar pula kemampuannya dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Berdasarkan hasil analisis kekuatan gel, urutan kekuatan gel mulai dari yang tertinggi sampai yang terendah adalah sebagai berikut: tepung agar-agar K, tepung agar-agar Na, tepung agar-agar Ca. Ditambahkan oleh Agustin (2006), rumput laut *Gracilaria* bentuk gel lebih cepat menurunkan kadar kolesterol daripada bentuk larutan. Menurut Istini *et al* (2005), pembentukan gel rumput laut yang kuat dalam sistem pencernaan akan mempercepat gerak peristaltik usus, yang akan membantu mempercepat keluarnya sisa-sisa makanan melalui saluran pencernaan dan membantu mengurangi kelebihan kadar kolesterol dengan mempercepat waktu transit makanan berlemak.

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap penurunan kadar kolesterol darah tikus dapat dilihat pada Gambar 12. Berdasarkan Gambar 12, pemberian tepung agar-agar *Gracilaria* spp. dengan konsentrasi 12,5% lebih mampu menurunkan kolesterol darah dibandingkan dengan perlakuan kontrol (0%) maupun konsentrasi 7,5%. Menurut Heslet (2004), jumlah serat dalam susunan menu dapat mempengaruhi jumlah kolesterol dalam darah, dimana serat larut mampu menurunkan kadar kolesterol. Semakin besar konsentrasi tepung agar-agar yang dikonsumsi maka semakin besar pula kandungan seratnya, sehingga kemampuan untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah akan semakin efektif. Ditambahkan oleh Sulistijani (2002), peningkatan konsumsi makanan berserat setiap hari mampu menurunkan kadar kolesterol dalam darah.



Gambar 12. Histogram pengaruh konsentrasi tepung agar yang ditambahkan terhadap penurunan kadar kolesterol serum darah tikus (tanpa memperhatikan jenis alkali)

Untuk melihat kecenderungan penurunan kolesterol dan untuk menentukan hari ke berapa kadar kolesterol mencapai batas normal, dapat dihitung melalui persamaan regresi. Hasil persamaan regresi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil persamaan regresi terhadap kadar kolesterol darah tikus untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	y	R <sup>2</sup>	Kolesterol mencapai normal pada hari ke-
Kontrol	0.1264x + 232.59	0.8399	-
Na 7.5 %	-5.1699x + 228.77	0.9345	17
Na 12.5%	-7.1082x + 233.77	0.9457	13
K 7.5%	-7.9081x + 227.54	0.8908	11
K12.5%	-8.3406x + 218.82	0.8181	9
Ca 7.5%	-6.7001x + 227.97	0.922	13
Ca 12.5%	-8.1296x + 219.34	0.8864	10

Dari hasil persamaan regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar kolesterol darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar Na, K, dan Ca, sedangkan untuk tikus kontrol (0%) tidak menunjukkan penurunan kadar kolesterol. Untuk tikus kontrol didapatkan nilai *slope* sebesar 0.1264 yang artinya setiap hari kadar kolesterol akan meningkat sebesar 0.1264. Sedangkan untuk perlakuan penambahan tepung agar-agar Na 7,5% didapatkan nilai *slope* -5.1699, yang artinya setiap hari kadar kolesterol akan berkurang sebesar 5.1699. Untuk penambahan tepung agar-agar Na 12,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -7.1082 menunjukkan bahwa setiap hari kadar kolesterol akan berkurang sebesar 7.1082. Untuk penambahan tepung agar-agar K 7,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -7.9081, yang artinya setiap hari kadar kolesterol akan berkurang sebesar 7.9081. Untuk penambahan tepung agar-agar K 12,5% didapatkan nilai *slope* -8.3406 yang artinya setiap hari kadar kolesterol akan berkurang sebesar 8.3406. Untuk penambahan tepung agar-agar Ca 7,5% didapatkan nilai *slope* -6.7001, yang artinya setiap hari kadar kolesterol akan berkurang sebesar 6.7001. Dan untuk penambahan tepung agar-agar Ca 12,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -8.1296, yang artinya setiap hari kadar kolesterol akan berkurang sebesar 8.1296.

Setelah melewati batas normal, kadar kolesterol cenderung menjadi stabil dan apabila pemberian ransum perlakuan diteruskan tidak akan menyebabkan penurunan kolesterol yang berarti. Hal ini dikarenakan tubuh manusia masih memerlukan kolesterol (dalam batas normal) yaitu sebagai bahan pembentukan hormon kelamin, vitamin D, dan jaringan tubuh (Budiyanto, 2002).

#### 4.4.2. Trigliserida darah tikus

Trigliserida merupakan bentuk lipid yang paling efisien untuk menyimpan kalor atau panas yang penting untuk proses-proses yang membutuhkan energi dalam tubuh (Linder, 1992). Data hasil analisis kadar trigliserida darah tikus dapat dilihat pada Lampiran 8. Dari hasil analisis statistik kadar trigliserida darah tikus (Lampiran 14), dapat dilihat bahwa perbedaan alkali pada tepung agar-agar dan perbedaan konsentrasi berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap kadar trigliserida darah tikus. Dan terdapat interaksi dari kedua faktor perlakuan tersebut ( $p < 0.05$ ). Rata-rata kadar trigliserida darah tikus dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rata-rata trigliserida darah tikus (mg/dl)

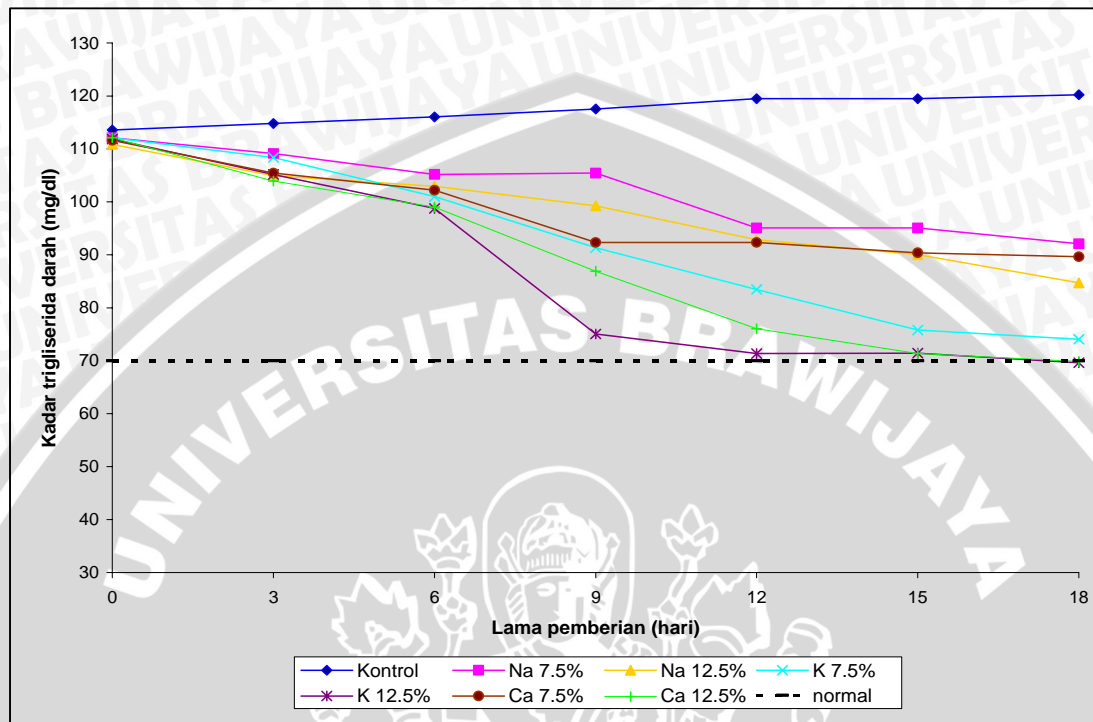
Hari ke-	Kontrol 0%	Perlakuan					
		Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	113.58±2.27	112.10±2.99	110.86±2.38	112.10±2.38	111.85±1.48	111.60±2.99	112.10±2.99
3	114.81±2.97	109.14±1.13	104.94±1.87	108.40±1.13	105.19±0.75	105.43±1.55	103.95±1.14
6	116.05±2.60	105.19±0.75	102.96±2.67	100.99±0.43	98.77±2.38	102.22±0.74	99.01±0.43
9	117.53±2.60	105.43±2.38	99.26±2.67	91.36±1.86	75.06±1.87	92.34±1.54	86.92±1.86
12	119.51±3.34	95.06±1.14	92.84±0.85	83.45±0.43	71.36±1.54	92.34±1.71	76.05±11.22
15	119.51±2.26	95.06±0.86	90.04±0.38	75.81±0.43	71.44±0.38	90.37±0.74	71.36±0.43
18	120.25±2.26	92.10±1.13	84.69±1.14	74.07±0.74	69.63±0.74	89.63±1.48	69.88±0.43

Keterangan: <sup>a)</sup> Kadar trigliserida normal pada tikus sebesar  $\leq 70$  mg/dl (Agustin, 2006)

<sup>b)</sup> n=3

Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar (*Gracilaria* spp.) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap trigliserida darah tikus selama 18 hari dapat dilihat pada Gambar 13. Gambar 13 menunjukkan bahwa kadar trigliserida darah tikus perlakuan berbeda nyata dengan kadar trigliserida darah tikus kontrol, dimana sampai hari ke-18 kadar trigliserida tikus kontrol belum mengalami penurunan. Sedangkan untuk tikus perlakuan, kadar trigliserida darah tikus mengalami penurunan. Penurunan trigliserida ini sudah mulai terlihat pada hari ke-3 setelah mengkonsumsi ransum

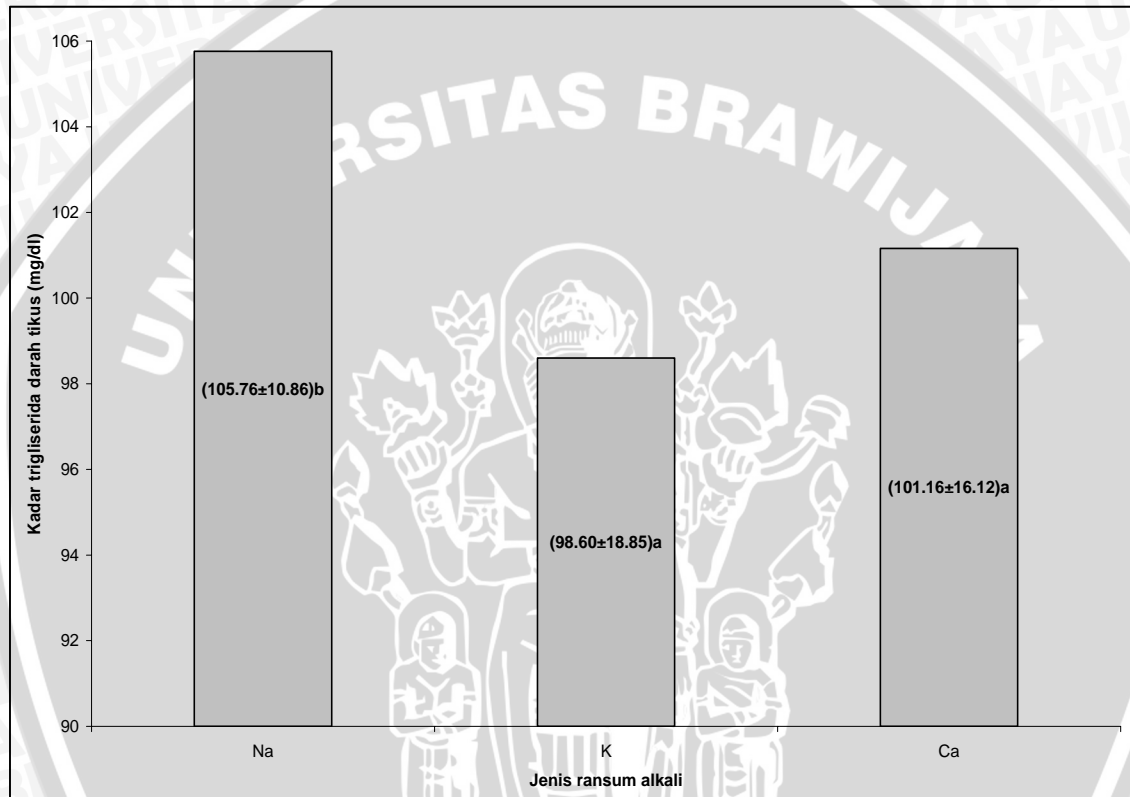
perlakuan, dimana penurunan optimal terjadi pada hari ke-9. Setelah hari ke-9 kadar trigliserida tidak menunjukkan penurunan yang nyata.



Gambar 13. Grafik pengaruh pemberian tepung agar-agar (*Gracilaria spp.*) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar trigliserida darah tikus

Ransum dengan penambahan tepung agar-agar K 12,5% lebih efektif dalam menurunkan kadar trigliserida darah tikus jika dibandingkan dengan kontrol dan ransum perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga karena aktivitas dari serat makanan yang dikandung tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan KOH lebih banyak daripada tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH dan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan kontrol. Penurunan kadar trigliserida terjadi karena dengan mengkonsumsi serat makanan, menyebabkan trigliserida yang terbuang bersama feses lebih besar karena diikat oleh serat makanan yang dikandung dalam tepung agar-agar. Menurut Linder (1992), diet serat yang tinggi dapat menghambat penyerapan lemak-lemak jenuh serta akan banyak mengikat air dan juga mempercepat pengeluaran

sisanya 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. Untuk lebih jelasnya, pengaruh jenis tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum pakan terhadap penurunan kadar trigliserida darah dapat dilihat pada Gambar 14.

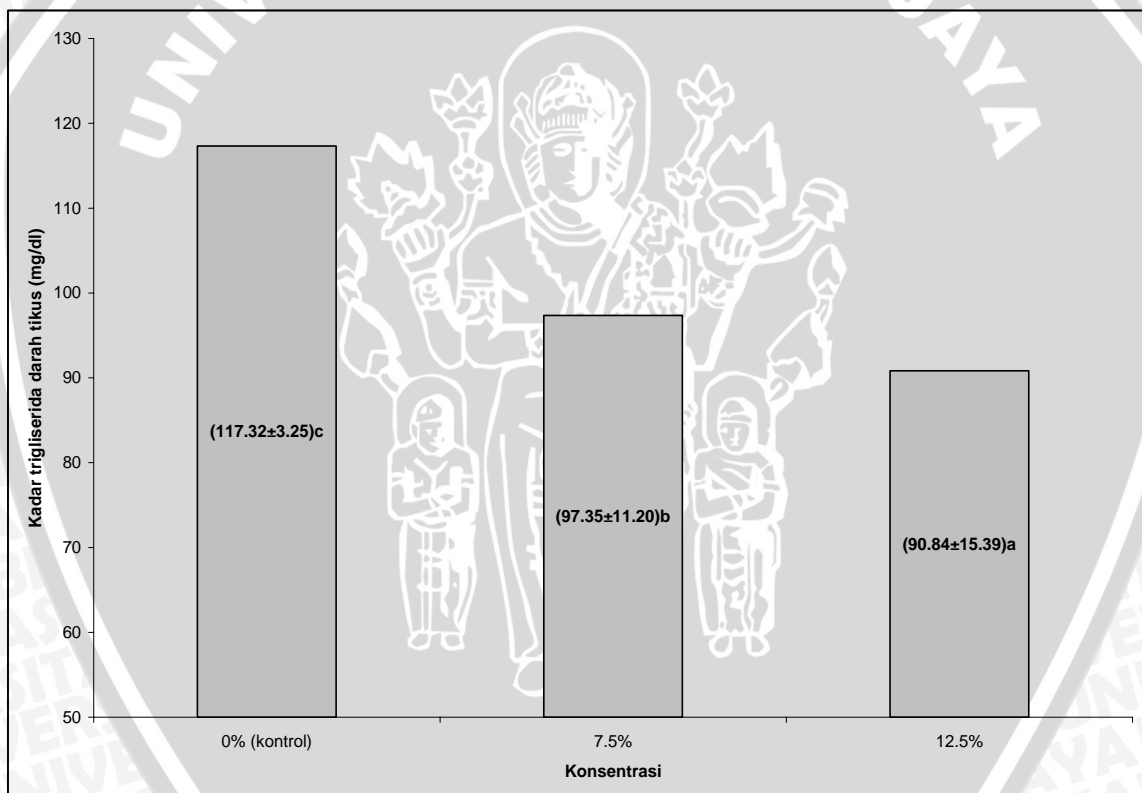


Gambar 14. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap penurunan kadar trigliserida serum darah tikus (tanpa membedakan konsentrasinya)

Berdasarkan Gambar 14, jenis ransum yang ditambah tepung agar-agar K lebih efektif dalam menurunkan kadar trigliserida serum darah tikus dibandingkan jenis Na dan Ca. Hal ini dikarenakan kandungan serat dalam tepung agar-agar K lebih banyak, semakin banyak jumlah serat yang dikonsumsi menimbulkan efek penurunan kolesterol semakin efektif. Penurunan kadar trigliserida ini diduga pula berhubungan dengan kekuatan gel, dimana kekuatan gel tertinggi terdapat pada tepung agar-agar hasil *alkali*

*treatment* dengan KOH sehingga semakin kuat gel yang dihasilkan maka akan semakin besar pula kemampuannya dalam menurunkan kadar trigliserida dalam darah. Berdasarkan hasil analisis kekuatan gel, urutan kekuatan gel mulai dari yang tertinggi sampai yang terendah adalah sebagai berikut: tepung agar-agar K, tepung agar-agar Na, tepung agar-agar Ca.

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum terhadap penurunan kadar trigliserida darah tikus dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Histogram pengaruh konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan terhadap penurunan kadar trigliserida darah tikus (tanpa membedakan jenis alkali)

Pemberian tepung agar-agar *Gracilaria* spp. dengan konsentrasi 12,5% lebih mampu menurunkan kolesterol darah dibandingkan dengan konsentrasi 0% (kontrol) dan konsentrasi 7,5%. Menurut Lorig (2004), kadar penurunan lipid termasuk kolesterol dan



trigliserida tergantung dari seberapa banyak serat yang dikonsumsi. Semakin besar serat yang dikonsumsi, semakin besar pula penurunan kadar lipid dalam darah. Secara umum, konsumsi serat yang dianjurkan untuk manusia dewasa sedikitnya 30 gram per hari.

Untuk melihat kecenderungan penurunan trigliserida dan untuk menentukan hari ke berapa kadar trigliserida mencapai batas normal, dapat dihitung melalui persamaan regresi. Hasil persamaan regresi dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil persamaan regresi terhadap kadar trigliserida darah tikus untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	y	R <sup>2</sup>	Trigliserida mencapai normal pada hari ke-
Kontrol	$0.391x + 113.8$	0.9618	-
Na 7.5 %	$-1.1699x + 112.54$	0.9344	36
Na 12.5%	$-1.4102x + 110.63$	0.9883	29
K 7.5%	$-2.3426x + 113.39$	0.981	18
K 12.5%	$-2.6376x + 109.92$	0.8709	15
Ca 7.5%	$-1.261x + 109.06$	0.8909	31
Ca 12.5%	$-2.5573x + 111.48$	0.967	16

Dari hasil persamaan regresi dapat dilihat bahwa untuk tikus kontrol didapatkan nilai *slope* sebesar 0.391 yang artinya setiap hari kadar trigliserida akan meningkat sebesar 0.391. Untuk ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar Na 7,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -1.1699, yang berarti bahwa setiap hari kadar trigliserida akan berkurang sebesar 1.1699. Untuk penambahan tepung agar-agar Na 12,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -1.4102, menunjukkan bahwa setiap hari kadar trigliserida akan berkurang sebesar 1.4102. Untuk penambahan tepung agar-agar K 7,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -2.3426, yang artinya setiap hari kadar trigliserida akan berkurang sebesar 2.3426. Untuk penambahan tepung agar-agar K 12,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -2.6376, menunjukkan bahwa setiap hari kadar trigliserida akan berkurang sebesar 2.6376. Untuk penambahan tepung agar-agar Ca 7,5% didapatkan nilai *slope* sebesar -1.261, yang artinya setiap hari kadar trigliserida akan berkurang sebesar 1.261.

Dan untuk penambahan tepung agar-agar Ca 12,5% didapatkan nilai *slope* sebesar - 2.5573, yang menunjukkan bahwa setiap hari kadar trigliserida akan berkurang sebesar 2.5573.

Dari hasil regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar trigliserida darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian ransum perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan Ca(OH)<sub>2</sub>. Penurunan trigliserida berjalan seiring dengan penurunan kolesterol karena menurut Linder (1992), trigliserida dapat dikonversi menjadi kolesterol. Trigliserida mempunyai fungsi sebagai bantalan tulang-tulang dan organ-organ vital yang melindungi dari guncangan atau rusak. Oleh karena itu, setelah melewati batas normal kadar trigliserida cenderung menjadi stabil dan apabila pemberian ransum perlakuan diteruskan tidak akan menyebabkan penurunan yang berarti.

#### 4.5. Kolesterol dalam feses tikus

Hasil analisis kolesterol dalam feses tikus dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil analisis kolesterol dalam feses tikus pada hari ke-6 perlakuan

No	Perlakuan	Rata-rata kolesterol feses (mg/g)
1	Kontrol	2.9419
2	Na 7.5%	2.5695
3	K 7.5%	4.4792
4	Ca 7.5%	2.6530
5	Na 12.5%	4.0887
6	K 12.5%	5.6068
7	Ca 12.5%	4.4859

Kandungan kolesterol dalam feses untuk perlakuan Na 12,5% lebih besar daripada Na 7,5%; nilai kolesterol feses pada perlakuan K 12,5% lebih besar daripada K 7,5%; dan kolesterol feses untuk perlakuan Ca 12,5% lebih besar daripada Ca 7,5%. Hal ini berarti pengeluaran kolesterol melalui feses dengan penambahan tepung agar-agar

konsentrasi 12,5% lebih efektif daripada konsentrasi 7,5%. Untuk perlakuan kontrol (0%), kandungan kolesterol dalam feses sebesar 2,9419 mg/g, nilai ini masih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan K 7,5%; Na 12,5%; K 12,5%; dan Ca 12,5%. Hal ini diduga dikarenakan serat CMC kurang efektif mengikat kolesterol darah sehingga kolesterol yang terdapat dalam feses jumlahnya kecil. Dengan demikian, jika konsentrasi tepung agar-agar yang diberikan semakin besar maka semakin banyak kolesterol yang terikat oleh serat sehingga akan semakin meningkatkan kandungan kolesterol dalam feses.

Kadar kolesterol dalam feses secara keseluruhan berkaitan dengan penurunan kadar kolesterol darah tikus, dimana semakin tinggi penurunan kolesterol darah semakin tinggi pula kandungan kolesterol dalam feses. Penurunan kadar kolesterol darah tertinggi terdapat pada perlakuan K 12,5%, pada perlakuan K 12,5% pula kadar kolesterol feses yang tertinggi yaitu sebesar 5,6068 mg/g. Sedangkan penurunan kolesterol terendah terdapat pada perlakuan Na 7,5%, kadar kolesterol feses terendah juga terdapat pada perlakuan Na 7,5% yaitu sebesar 2,5695 mg/g. Pengikatan kolesterol dalam feses ini merupakan salah satu peran serat dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Dalam suatu literatur dikatakan bahwa dalam usus halus, serat pangan akan menyerap dan mengikat asam-asam empedu dan selanjutnya akan dikeluarkan dari tubuh bersama-sama dengan tinja (feses). Berkurangnya asam empedu tersebut akan menyebabkan hati mensintesis asam empedu lagi, sehingga kolesterol yang merupakan bahan dasar sintesis asam empedu tersebut jumlahnya akan berkurang baik dalam kolesterol darah maupun dalam jaringan (Anonymous, 2003). Ditambahkan oleh Sulistijani (2002), serat makanan yang efektif menurunkan kolesterol adalah serat yang larut dalam air karena mampu mengikat asam empedu dalam usus. Berkurangnya asam

empedu akan memperlambat penyerapan lemak. Hal ini berarti pula menurunkan kadar kolesterol, yang selanjutnya kelebihan asam empedu di pencernaan akan dibuang bersama-sama feses.

Berdasarkan Tabel 21, dapat dilihat bahwa kandungan kolesterol dalam feses untuk perlakuan dengan penambahan tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan KOH lebih besar daripada perlakuan yang lainnya. Apabila dihubungkan dengan kekuatan gel agar, dapat dikatakan bahwa kekuatan gel juga berpengaruh terhadap kadar kolesterol feses dimana kekuatan gel agar terbesar juga terdapat pada tepung agar-agar hasil *alkali treatment* dengan KOH. Pada dasarnya, kekuatan gel berhubungan dengan kemampuannya dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Semakin tinggi kekuatan gel agar, kemampuan untuk menurunkan kolesterol darah juga semakin tinggi, sehingga kolesterol yang terkandung dalam feses juga tinggi. Menurut Agustin (2006), rumput laut *Gracilaria* bentuk gel lebih cepat menurunkan kadar kolesterol daripada bentuk larutan. Hasil penelitian tadi diperkuat pula oleh Istini *et al* (2005), bahwa pembentukan gel rumput laut yang kuat dalam sistem pencernaan akan mempercepat gerak peristaltik usus, yang akan membantu mempercepat keluarnya sisa-sisa makanan melalui saluran pencernaan dan membantu mengurangi kelebihan kadar kolesterol dengan mempercepat waktu transit makanan berlemak.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- a. Tepung agar-agar (*Gracilaria* spp.) hasil *alkali treatment* dengan KOH lebih efektif dalam menurunkan kadar lipid serum darah tikus.
- b. Penambahan tepung agar-agar (*Gracilaria* spp.) hasil *alkali treatment* dengan NaOH, KOH, dan  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan konsentrasi 12,5% pada ransum pakan tikus lebih efektif dalam menurunkan kadar lipid serum darah tikus wistar.
- c. Kekuatan gel agar-agar berpengaruh terhadap penurunan kadar lipid serum darah tikus wistar. Semakin tinggi kekuatan gel agar-agar, semakin besar pula penurunan kadar lipid serum darah tikus wistar.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan analisis pengaruh penggunaan bahan alkali NaOH, KOH, dan  $\text{Ca(OH)}_2$  yang berlebihan dalam proses pengolahan agar-agar *Gracilaria* spp. terhadap organ tubuh tikus wistar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aebi, H.E., G.B. Brubacher, and M.R. Turner. 1981. Problem in Nutritions Research Today. Academic Press. London. Hal 274-278
- Anonymous. . 2003. Macam dan Sumber Serat. <http://www.vegeta.co.id/id/serat.html>. Tanggal akses 29 Juni 2006. 2 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2004. Agar-agar Pencegah Hipertensi dan Diabetes. PT. Dyviacom Intrabumi Tbk. Surabaya. 5 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2005. Cholesterol: too much is dangerous, European and Middle Eastern foods. [www.health.nsw.gov.au/health-public-affairs/mhcs/pdfs](http://www.health.nsw.gov.au/health-public-affairs/mhcs/pdfs). Tanggal akses 29 Juni 2006. 3 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2006<sup>a</sup>. Sodium hydroxide. [www.thecolumbiaencyclopedia.com](http://www.thecolumbiaencyclopedia.com). Tanggal akses 17 Juni 2006. 6 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2006<sup>b</sup>. Calsium hydroxide. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com). Tanggal akses 17 Juni 2006. 2 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2006<sup>c</sup>. Kelainan Lipid. <http://www.medicastore.com/nutracare>. Tanggal akses 29 Juni 2006. 6 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2007. Gel Strength. Kamus Pengertian. Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Republik Indonesia. [http://dtwh.esdm.go.id/index.php?page=test\\_chr](http://dtwh.esdm.go.id/index.php?page=test_chr). Tanggal akses 26 Februari 2007. Hal 1.
- Agustin, E.W. 2006. Pengaruh Pemberian Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Bentuk Larutan dan Gel Secara Parenteral Terhadap Kadar Lipid Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus norvegicus*). Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. Hal 60.
- Angka, S. L. dan M. T. Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 149 Hal.
- Aslan, L. M. 1998. Budidaya Rumput Laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 97 Hal.
- Astawan, M. 2004. Sehat Bersama Aneka Serat Pangan Alami. Penerbit Tiga Serangkai. Solo. 86 Hal.
- Astuti. M. 1986. Uji Gizi I. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 57 Hal.

- Budiyanto, M.A. K. DR. 2002. Gizi dan Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Malang. Penerbit Bayu Media. Malang. Hal 104.
- Cholik, F. DR. MSc., Ir. Ateng J., R.P. Poernomo, Ir. Ahmad Jauzi. 2005. Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa. Kerja sama Masyarakat Perikanan Nusantara dan PT. Victoria Kreasi Mandiri. Jakarta. Hal 33-34.
- Dainith, J. 1997. Kamus Lengkap Kimia. Erlangga. Jakarta. 473 Hal.
- Dewan Standarisasi Nasional (SNI). 1995. Standar Nasional Indonesia Agar-agar Tepung. Jakarta. Hal 1-2.
- Estiasih, T. 2006. Teknologi dan Aplikasi Polisakarida dalam Pengolahan Pangan. Jilid I. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 116 Hal.
- Hemming. 2005. Mencegah dan Mengatasi Gangguan Pembuluh Darah dan Jantung Secara Alami. [www.cybermed.cbn.net.id](http://www.cybermed.cbn.net.id). Tanggal akses 3 September 2006. 2 Hal.
- Hermana, R. 2001. Pengaruh Diet Tinggi Serat Pada Fermentasi Mikroflora Kolon dan Perkembangan Sel Karsinoma Kolorektal. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. Hal 22-23.
- Heslet, L. 2004. Penerjemah : Anton Adiwiyoto. Penerbit Kesaint Blanc Anggota IKAPI. Jakarta. 81 Hal.
- Indriani, H. dan E. Sumiarsih. 1995. Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 Hal.
- Istini, S., A. Zatinika dan Suhaimi. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. <http://www.fao.org/docrep>. Tanggal akses 29 Juni 2006. 14 Hal.
- Jelita. 2002. Fungsi Serat dalam Diet. [www.nutria.org](http://www.nutria.org). Tanggal akses 29 Juni 2006
- Khomsan, A. 2004. Serat Ampuh Untuk Diet. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Faperta IPB. <http://www.hd.co.id/static.aip?link.new&num=66>. Tanggal akses 29 September 2006. 2 Hal.
- Kraft, G. T. 2001. Gracilaria. [http://www.algaebase.org/GeneraDetail.lasso?genus\\_id](http://www.algaebase.org/GeneraDetail.lasso?genus_id). Tanggal akses 23 Juni 2006. 7 Hal.
- Lehninger, L. A. 1998. Dasar-dasar Biokimia. Alih Bahasa oleh Dr. Ir. Maggy Thenawidjaja. Penerbit Erlangga. Jakarta. 369 Hal.
- Linder, M. C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Alih Bahasa oleh Aminuddin P. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 781 Hal.

- Lorig, K. 2004. 50 Cara Menurunkan Kolesterol Anda. Prestasi Pustaka Publisher. Jakarta. 157 Hal.
- Lukito, E. H. 2002. Pengaruh pH dan Penambahan KCl Terhadap Sifat Fisiko-Kimia dan Organoleptik Agar-agar Kertas Rumput Laut (*Gracilaria curtissiae*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. Hal 10-32.
- McHugh, D. J. 2003. A Guide To The Seaweed Industry. [www.fao.org](http://www.fao.org). 105 Hal.
- Muchtadi, D. 1989. Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 216 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2001. Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan Untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol.XII, No.1. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 61-71.
- Nainggolan, O. dan Cornelis A. 2005. Diet Sehat dengan Serat. [www.kalbefarma.com](http://www.kalbefarma.com). Tanggal akses 7 Juni 2006. 5 Hal.
- Nasran, S. 1992. Pengolahan Agar-agar Kertas. Kumpulan Hasil-hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 169 Hal.
- Oxtoby, D.W., H. P. Gilis, dan Norman H. N. 2001. Prinsip-prinsip Kimia Modern. Jilid I. Alih bahasa oleh Suminar Setiati A. PhD. Penerbit Erlangga. Jakarta. Hal 295.
- Petrucci, R. H. 1992. Kimia Dasar. Erlangga. Jakarta. 985 Hal.
- Pilliang, W.G. dan S. Djojoseobagio. 1996. Fisiologi Nutrisi. Volume I Edisi Kedua. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 279 Hal.
- Poedjiadi, A. 1994. Dasar-dasar Biokimia. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 472 Hal.
- Sediadi, A. dan Utari B. 2002 Rumput Laut Komoditas Unggulan. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 31 Hal.
- Setijawati, D., Bambang Budi Sasmito, Ita Kurniawati. 2005. Pengaruh Konsentrasi Polietilen Glikol 4000 (PEG 4000) dan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) Yang Berbeda Terhadap Kualitas Agarosa. [www.thpfaperik.brawijaya.ac.id](http://www.thpfaperik.brawijaya.ac.id). Tanggal akses 3 September 2006. 1-2 Hal.



- Shanti. 2003. Studi Tentang Proses Ekstraksi Agar-agar dari Rumpun Laut Merah (*Gracilaria* sp.) di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Serpong Tangerang Banten. Praktek Kerja Lapang. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. Hal 23-30.
- Stephen, A. M. 1995. Food Polysaccharides and Their Applications. Marcel Dekker, Inc. New York
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. 160 Hal.
- Sudarmanto. 1992. Karbohidrat dan Hidrokoloid Pangan. Buku Monograf. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Hal 96-97.
- Sulaeman, A., F. Anwar Rinbauan, dan S. A. Marliyati. 1993. Metode Analisis Komposisi Zat Gizi Makanan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulistijani, D. A. 2002. Sehat Dengan Menu Berserat. Trubus Agriwidya dan PT. Pustaka Pembangunan Swadaya Nusantara. Jakarta. 108 Hal.
- Sunardi dan Bambang C. 2000. Effect of *Gracilaria* sp. and *Gelidium* sp. Seaweed Ratio and Sodium Hydroxide Added on Leather Agar Quality. Seminar Nasional Industri Pangan. Teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor. Hal 274-282.
- Susanti, W. 2004. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Lama Pemberian Tepung Agar-agar (*Gracilaria* sp.) Terhadap Kadar Lipid Serum Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus norvegicus*). Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. Hal 28-47.
- Tarigan, P. 1983. Kimia Organik Bahan Makanan. Penerbit Alumni. Bandung. 160 Hal.
- Tranggono. 1992. Buku Monograf. Biokimia. Pusat Antar Universitas. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 735 Hal.
- Wardlaw, H. 2003. Perspective in Nutrition. Sixth Edition. McGraw Hill. [www.mhhe.com/wardlawpers6](http://www.mhhe.com/wardlawpers6).
- Wasito. 1992. Hewan Model Dalam Uji Gizi. Pusat Antar Universitas. Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 175 Hal.
- Wikanta, T. Khaerani dan L. Rahayu. 2003. Pengaruh Pemberian Natrium Alginat pada Penurunan Kadar Glukosa Dasar Tikus. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Volume 8 Nomor 6. Hal 22-23.

- Winarno, F. G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 111 Hal.
- Yatim, F. L. 2002. Waspada Jantung Koroner Stroke Meninggal Mendadak Atasi Dengan Pola Hidup Sehat. Yayasan Pustaka Obor. Jakarta. 85 Hal.
- Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 299 Hal.
- Yunizal, Ir. 2002. Teknologi Ekstraksi Agar-agar Dari Rumput Laut Merah. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 63 Hal.
- \_\_\_\_\_. 2004. Teknologi Pengolahan Alginat. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 66 Hal.
- Yuwono, S. dan Tri Susanto. 1998. Pengujian Fisik Pangan. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. Hal 28-53.



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 "Supravit" setiap 2 Kaplet

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

Sumber: PT. Erela, Semarang

### Lampiran 3. Perhitungan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum

Perhitungan konsentrasi tepung agar-agar yang ditambahkan dalam ransum berdasarkan kebutuhan serat/hari (Anderson J., *et al*, 2005) adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan kalori manusia dewasa perhari = 2500 kal
- Kebutuhan karbohidrat manusia perhari =  $65\% \times 2500 \text{ kal} = 1625 \text{ kal}$   
 $= 406,25 \text{ g}$
- 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 tepung agar-agar yang ditambahkan ke dalam ransum tikus dimana tepung agar-agar disini sebagai pengganti CMC. Hasil tersebut dibulatkan menjadi 7,5% sehingga ditentukan sebagai konsentrasi I dan ditentukan pula konsentrasi yang lebih tinggi dimana konsentrasi tersebut tidak mencapai dua kali lipatnya konsentrasi I yaitu 12,5% yang ditetapkan sebagai konsentrasi II.

Lampiran 4. Data Jumlah Pakan Yang Dikonsumsi Tikus per 3 hari perlakuan (g)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	9.1	13.2	8.7	8.8	8.7	13.0	13.5
	2	9.1	12.2	9.5	8.4	8.6	12.5	11.4
	3	9.4	12.5	7.5	8.1	8.0	12.0	10.6
Na Agar 7.5%	1	13.2	13.0	13.2	11.5	12.4	12.3	12.3
	2	13.8	13.4	10.6	10.2	13.1	12.1	13.6
	3	12.9	12.5	12.9	13.4	13.4	13.5	12.1
Na Agar 12.5%	1	11.4	7.7	4.1	5.7	10.1	11.0	11.0
	2	10.3	7.7	7.5	6.7	11.1	10.7	10.7
	3	12.3	11.9	10.9	12.2	13.5	13.4	12.1
K Agar 7.5%	1	13.4	13.8	13.9	13.4	13.9	12.7	12.1
	2	13.2	13.4	13.2	13.7	13.6	12.8	12.1
	3	7.9	5.6	7.1	10.7	11.7	11.1	11.3
K Agar 12.5%	1	13.8	8.9	7.1	6.6	10.7	11.0	11.1
	2	10.2	6.6	6.3	7.8	10.2	10.5	10.7
	3	13.5	10.1	9.9	9.1	11.6	9.9	10.9
Ca Agar 7.5%	1	13.7	9.8	9.1	9.6	11.8	10.6	10.3
	2	12.4	12.9	9.8	8.3	11.8	12.3	12.6
	3	13.4	12.1	11.3	11.2	10.8	11.5	11.2
Ca Agar 12.5%	1	12.2	11.0	12.2	9.3	10.9	12.1	10.1
	2	5.5	2.4	3.4	7.8	10.7	10.6	10.3
	3	5.8	3.0	2.9	8.6	12.0	11.6	11.8



Jumlah ransum yang dikonsumsi tikus per gram berat badan

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	0.047	0.069	0.046	0.046	0.046	0.064	0.067
	2	0.047	0.062	0.049	0.043	0.044	0.060	0.057
	3	0.046	0.062	0.037	0.039	0.039	0.054	0.049
Na Agar 7.5%	1	0.056	0.054	0.055	0.047	0.050	0.049	0.048
	2	0.058	0.057	0.045	0.043	0.055	0.050	0.055
	3	0.059	0.056	0.057	0.058	0.055	0.056	0.050
Na Agar 12.5%	1	0.048	0.033	0.018	0.024	0.045	0.048	0.048
	2	0.048	0.036	0.035	0.032	0.052	0.050	0.048
	3	0.053	0.052	0.047	0.052	0.056	0.054	0.048
K Agar 7.5%	1	0.060	0.062	0.061	0.058	0.059	0.055	0.052
	2	0.058	0.059	0.058	0.058	0.056	0.053	0.049
	3	0.034	0.025	0.031	0.045	0.048	0.045	0.046
K Agar 12.5%	1	0.061	0.042	0.034	0.032	0.051	0.053	0.053
	2	0.047	0.032	0.030	0.037	0.049	0.050	0.050
	3	0.069	0.047	0.050	0.045	0.058	0.048	0.052
Ca Agar 7.5%	1	0.058	0.042	0.039	0.041	0.050	0.045	0.044
	2	0.053	0.056	0.043	0.035	0.050	0.051	0.051
	3	0.057	0.052	0.048	0.046	0.045	0.047	0.045
Ca Agar 12.5%	1	0.057	0.051	0.057	0.044	0.050	0.056	0.047
	2	0.027	0.012	0.017	0.040	0.054	0.053	0.051
	3	0.034	0.019	0.018	0.053	0.071	0.068	0.067

Lampiran 5. Data Berat Badan Tikus per 3 hari Perlakuan (g)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	193.9	190.8	190.3	190.4	190.3	203.4	201.2
	2	195.5	197.0	193.3	193.9	194.3	209.8	201.4
	3	205.9	203.0	203.5	206.1	206.8	223.8	215.0
Na Agar (7.5%)	1	235.6	239.8	241.9	245.5	249.3	250.6	255.3
	2	239.3	234.0	233.6	234.9	238.0	242.9	248.0
	3	218.5	222.7	226.9	233.0	242.7	241.8	243.1
Na Agar (12.5%)	1	237.9	230.7	226.8	234.2	226.8	230.4	231.5
	2	216.8	213.6	214.2	211.3	214.3	215.5	222.0
	3	233.6	231.0	232.2	235.4	242.9	247.3	252.1
K Agar (7.5%)	1	222.6	223.9	226.8	230.2	236.9	230.5	234.1
	2	228.5	226.0	227.7	234.5	242.2	240.6	244.8
	3	233.9	225.5	229.6	237.0	243.1	244.0	248.2
K Agar (12.5%)	1	225.9	214.0	211.4	209.3	211.5	209.3	210.0
	2	214.8	206.8	207.8	208.5	209.7	210.5	212.9
	3	196.9	213.5	197.8	200.7	201.7	204.7	208.3
Ca Agar (7.5%)	1	234.2	231.7	230.6	232.2	234.9	234.2	236.2
	2	233.6	229.8	230.5	237.1	237.0	242.4	247.5
	3	233.9	234.9	236.7	242.8	240.2	246.0	246.9
Ca Agar (12.5%)	1	215.6	215.1	215.9	212.3	216.1	215.3	213.7
	2	204.1	197.0	196.1	195.6	198.8	200.0	200.6
	3	172.3	160.2	159.5	162.1	169.2	171.2	176.9





Lampiran 6. Data Berat Feses Tikus per 3 hari Selama Perlakuan (g)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	1.2	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8
	2	1.7	0.5	0.7	0.8	0.9	0.7	0.9
	3	1.3	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
Na Agar (7.5%)	1	0.7	1.0	1.1	1.0	1.2	0.9	1.2
	2	0.9	1.0	1.0	1.2	1.1	1.1	0.9
	3	1.2	1.0	1.2	1.1	1.1	1.4	1.2
Na Agar (12.5%)	1	1.1	1.0	1.2	1.2	1.1	1.2	1.3
	2	1.9	1.3	1.4	1.5	1.5	1.3	1.6
	3	1.5	2.2	2.0	1.7	1.7	2.0	1.4
K Agar (7.5%)	1	0.9	2.0	1.6	1.3	1.1	1.1	1.3
	2	1.3	1.5	1.5	1.3	1.1	1.0	1.0
	3	0.6	1.1	1.2	0.9	0.9	1.2	0.9
K Agar (12.5%)	1	1.1	1.6	1.7	1.4	1.5	1.6	1.3
	2	1.2	1.3	1.5	1.4	1.6	1.6	2.1
	3	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.0	1.0
Ca Agar (7.5%)	1	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	0.8
	2	1.3	1.2	1.1	0.8	0.8	0.9	1.3
	3	1.6	1.2	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8
Ca Agar (12.5%)	1	0.5	1.2	0.9	1.1	1.2	1.0	1.3
	2	1.6	1.5	1.2	1.2	1.4	1.2	1.3
	3	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.3	1.1

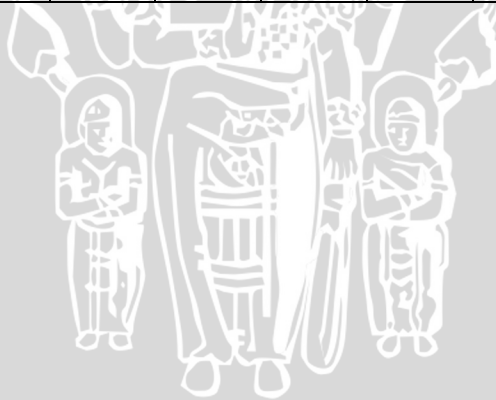


Jumlah feses tikus per gram berat badan

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	0.006	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004
	2	0.009	0.003	0.004	0.004	0.005	0.003	0.004
	3	0.006	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003
Na Agar 7.5%	1	0.003	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.005
	2	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004
	3	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005
Na Agar 12.5%	1	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006
	2	0.009	0.006	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007
	3	0.006	0.010	0.009	0.007	0.007	0.008	0.006
K Agar 7.5%	1	0.004	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.006
	2	0.006	0.007	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004
	3	0.003	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004
K Agar 12.5%	1	0.005	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.006
	2	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008	0.010
	3	0.008	0.007	0.007	0.006	0.007	0.005	0.005
Ca Agar 7.5%	1	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003
	2	0.006	0.005	0.005	0.003	0.003	0.004	0.005
	3	0.007	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003
Ca Agar 12.5%	1	0.002	0.006	0.004	0.005	0.006	0.005	0.006
	2	0.008	0.008	0.006	0.006	0.007	0.006	0.006
	3	0.004	0.006	0.008	0.009	0.009	0.008	0.006

Lampiran 7. Data Kadar Kolesterol Darah Tikus (mg/dl)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	231.08	232.67	233.47	232.67	233.47	233.47	234.26
	2	233.47	234.26	234.26	234.26	235.86	235.06	234.26
	3	231.87	232.67	233.47	233.47	234.26	235.06	235.06
Na Agar (7.5%)	1	226.29	222.31	199.20	168.92	154.58	151.39	145.02
	2	231.08	223.11	196.81	171.31	157.77	152.99	146.61
	3	235.86	221.51	196.02	168.13	156.97	153.78	147.41
Na Agar (12.5%)	1	235.06	227.89	196.02	156.97	133.07	128.29	117.13
	2	230.28	228.69	198.41	158.57	135.46	129.88	118.73
	3	227.89	220.72	192.03	153.78	133.07	127.49	116.33
K Agar (7.5%)	1	231.08	223.90	176.89	129.88	113.94	109.96	104.38
	2	228.69	221.51	175.30	132.27	115.54	109.16	108.37
	3	232.67	231.08	175.30	130.68	114.74	110.76	107.57
K Agar (12.5%)	1	235.86	221.51	157.77	101.99	98.01	98.80	98.80
	2	231.87	221.51	156.18	102.79	98.80	98.01	98.60
	3	227.09	213.55	160.16	104.38	97.21	98.01	98.01
Ca Agar (7.5%)	1	233.47	220.72	188.84	148.21	133.86	127.49	122.71
	2	231.87	220.72	187.25	149.00	134.66	130.68	125.90
	3	229.48	216.73	190.44	150.60	130.68	125.90	121.91
Ca Agar (12.5%)	1	231.08	206.37	167.33	119.52	97.21	98.80	98.01
	2	225.50	205.58	165.74	120.32	98.80	98.80	98.80
	3	235.06	211.55	170.52	122.71	99.60	99.60	98.80



Lampiran 8. Data Kadar Trigliserida Darah Tikus (mg/dl)

Perlakuan	Ulangan	Hari ke-						
		0	3	6	9	12	15	18
Kontrol	1	111.11	111.85	113.33	114.81	116.30	117.04	117.78
	2	115.56	117.78	118.52	120.00	122.96	121.48	122.22
	3	114.07	114.81	116.30	117.78	119.26	120.00	120.74
Na Agar (7.5%)	1	108.89	108.89	105.19	104.44	94.81	95.56	91.11
	2	112.59	110.37	104.44	108.15	96.30	94.07	91.85
	3	114.81	108.15	105.93	103.70	94.07	95.56	93.33
Na Agar (12.5%)	1	111.85	106.67	103.70	100.00	93.33	90.37	84.44
	2	108.15	102.96	105.19	101.48	93.33	89.63	83.70
	3	112.59	105.19	100.00	96.30	91.85	90.11	85.93
K Agar (7.5%)	1	110.37	109.63	101.48	89.63	83.70	75.56	73.33
	2	114.81	107.41	100.74	93.33	82.96	76.30	74.81
	3	111.11	108.15	100.74	91.11	83.70	75.56	74.07
K Agar (12.5%)	1	113.33	105.19	97.78	73.33	69.63	71.11	69.63
	2	111.85	105.93	97.04	74.81	71.85	71.85	70.37
	3	110.37	104.44	101.48	77.04	72.59	71.37	68.89
Ca Agar (7.5%)	1	114.81	105.93	102.22	91.11	93.33	90.37	89.63
	2	111.11	106.67	101.48	91.85	90.37	89.63	88.15
	3	108.89	103.70	102.96	94.07	93.33	91.11	91.11
Ca Agar (12.5%)	1	114.81	105.19	98.52	85.19	68.15	71.85	69.63
	2	108.89	103.70	99.26	86.67	88.89	71.11	70.37
	3	112.59	102.96	99.26	88.89	71.11	71.11	69.63



Lampiran 9. Hasil Analisis Statistik Jumlah Ransum Yang Dikonsumsi Tikus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KONSUMSI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	421.089 <sup>a</sup>	14	30.078	7.777	.000
Intercept	21155.556	1	21155.556	5469.849	.000
ALKALI	26.201	2	13.100	3.387	.036
KONSENTRASI	189.759	2	94.880	24.532	.000
HARI	190.799	6	31.800	8.222	.000
ALKALI * KONSENTRASI	14.330	4	3.583	.926	.450
Error	672.974	174	3.868		
Total	22249.620	189			
Corrected Total	1094.064	188			

a. R Squared = .385 (Adjusted R Squared = .335)

KONSUMSI

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

ALKALI	N	Subset	
		1	2
Ca agar	63	10.0873	
K agar	63	10.6651	10.6651
Na agar	63		10.9873
Sig.		.228	.629

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.868.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**KONSUMSI**

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

KONSENTRASI	N	Subset	
		1	2
12.5%	63	9.5667	
0%	63	10.2286	
7.5%	63		11.9444
Sig.		.145	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.868.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**KONSUMSI**

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

HARI	N	Subset		
		1	2	3
hari ke-6	27	8.9815		
hari ke-9	27	9.3222	9.3222	
hari ke-12	27		10.7111	10.7111
hari ke-3	27		10.7222	10.7222
hari ke-0	27		10.8037	10.8037
hari ke-18	27			11.5852
hari ke-15	27			11.9333
Sig.		.995	.088	.258

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.868.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 10. Hasil Analisis Statistik Hari Ke-0 (Berat Badan Tikus, Kadar Kolesterol Darah, dan Kadar Triglicerida Darah)

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Berat badan (g)	Between Groups	4496.783	6	749.464	5.049	.006
	Within Groups	2078.200	14	148.443		
	Total	6574.983	20			
Kolesterol darah (mg/dl)	Between Groups	5.370	6	.895	.071	.998
	Within Groups	176.189	14	12.585		
	Total	181.559	20			
Triglicerida darah (mg/dl)	Between Groups	11.974	6	1.996	.307	.923
	Within Groups	90.941	14	6.496		
	Total	102.915	20			

**1) Berat badan hari ke-0**

**Berat badan (g)**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Ransum perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Ca 12,5%	3	197.3333	
kontrol (0%)	3	198.4333	
K 12,5%	3	212.5333	212.5333
K 7,5%	3	228.3333	228.3333
Na 12,5%	3	229.4333	229.4333
Na 7,5%	3	231.1333	231.1333
Ca 7,5%	3		233.9000
Sig.		.052	.379

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**2) Kolesterol hari ke-0**

**Kolesterol darah (mg/dl)**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Ransum perlakuan	N	Subset for alpha = .05
		1
Ca 12,5%	3	230.5467
K 7,5%	3	230.8133
Na 7,5%	3	231.0767
Na 12,5%	3	231.0767
K 12,5%	3	231.6067
Ca 7,5%	3	231.6067
kontrol (0%)	3	232.1400
Sig.		.997

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**3) Triglicerida hari ke-0**

**Triglicerida darah (mg/dl)**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Ransum perlakuan	N	Subset for alpha = .05
		1
Na 12,5%	3	110.8633
Ca 7,5%	3	111.6033
K 12,5%	3	111.8500
Ca 12,5%	3	112.0967
Na 7,5%	3	112.0967
K 7,5%	3	112.0967
kontrol (0%)	3	113.5800
Sig.		.839

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



Lampiran 11. Hasil Analisis Statistik Laju Pertumbuhan Berat Badan Tikus

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Laju b.badan mutlak (gr/hari)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47.306 <sup>a</sup>	14	3.379	1.986	.040
Intercept	7.929	1	7.929	4.659	.036
ALKALI	.593	2	.296	.174	.841
KONSENTRASI	3.810	2	1.905	1.119	.335
HARI	42.444	6	7.074	4.157	.002
ALKALI * KONSENTRASI	.459	4	.115	.067	.991
Error	81.686	48	1.702		
Total	136.921	63			
Corrected Total	128.992	62			

a. R Squared = .367 (Adjusted R Squared = .182)

**Laju b.badan mutlak (gr/hari)**

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

ALKALI	N	Subset
		1
Ca	21	.2671
K	21	.3071
Na	21	.4900
Sig.		.845

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.702.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 21.000.

b. Alpha = .05.

**Laju b.badan mutlak (gr/hari)**

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

KONSENTRASI	N	Subset
		1
12.5%	21	.0538
0%	21	.3543
7.5%	21	.6562
Sig.		.302

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.702.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 21.000.

b. Alpha = .05.

**Laju b.badan mutlak (gr/hari)**

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

HARI	N	Subset	
		1	2
hari ke-3	9	-.7578	
hari ke-6	9	-.1867	
hari ke-18	9	-.0433	
hari ke-0	9	.0000	
hari ke-9	9	.7489	.7489
hari ke-12	9	.7611	.7611
hari ke-15	9		1.9611
Sig.		.193	.446

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.702.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 12. Hasil Analisis Statistik Jumlah Feses Tikus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FESES

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.041 <sup>a</sup>	14	.717	10.524	.000
Intercept	233.111	1	233.111	3420.622	.000
ALKALI	.486	2	.243	3.569	.030
KONSENTRASI	8.127	2	4.064	59.628	.000
HARI	.711	6	.118	1.738	.115
ALKALI * KONSENTRASI	.717	4	.179	2.629	.036
Error	11.858	174	.068		
Total	255.010	189			
Corrected Total	21.899	188			

a. R Squared = .459 (Adjusted R Squared = .415)

FESES

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

ALKALI	N	Subset	
		1	2
Ca agar	63	1.0397	
Na agar	63	1.1365	1.1365
K agar	63		1.1556
Sig.		.097	.912

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .068.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**FESES**

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

KONSENTRASI	N	Subset		
		1	2	3
0%	63	.8571		
7.5%	63		1.1095	
12.5%	63			1.3651
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) = .068.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**FESES**

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

HARI	N	Subset
		1
hari ke-15	27	1.0593
hari ke-9	27	1.0630
hari ke-18	27	1.0741
hari ke-12	27	1.1000
hari ke-3	27	1.1111
hari ke-6	27	1.1148
hari ke-0	27	1.2519
Sig.		.102

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .068.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 13. Hasil Analisis Statistik Kadar Kolesterol Darah Tikus

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KOLESTEROL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	420989.865 <sup>a</sup>	14	30070.705	52.404	.000
Intercept	6493613.079	1	6493613.079	11316.284	.000
ALKALI	10145.249	2	5072.625	8.840	.000
KONSENTRASI	231832.415	2	115916.208	202.005	.000
HARI	173360.574	6	28893.429	50.352	.000
ALKALI * KONSENTRASI	5651.627	4	1412.907	2.462	.047
Error	99846.262	174	573.829		
Total	7014449.206	189			
Corrected Total	520836.127	188			

a. R Squared = .808 (Adjusted R Squared = .793)

KOLESTEROL

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

ALKALI	N	Subset	
		1	2
K agar	63	178.0767	
Ca agar	63	182.6157	
Na agar	63		195.3829
Sig.		.538	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 573.829.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**KOLESTEROL**

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

KONSENTRASI	N	Subset		
		1	2	3
12.5%	63	153.2497		
7.5%	63		168.7522	
0%	63			234.0733
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) = 573.829.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**KOLESTEROL**

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

HARI	N	Subset		
		1	2	3
hari ke-18	27	154.9567		
hari ke-15	27	157.7885		
hari ke-12	27	159.8070		
hari ke-9	27	170.0456		
hari ke-6	27		198.8178	
hari ke-3	27			224.6326
hari ke-0	27			231.4607
Sig.		.243	1.000	.942

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 573.829.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27.000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 9. Hasil Analisis Statistik Kadar Triglicerida Darah Tikus

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: TRIGLISERIDA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	35639.141 <sup>a</sup>	14	2545.653	38.608	.000
Intercept	1960136.885	1	1960136.885	29728.142	.000
ALKALI	1657.868	2	828.934	12.572	.000
KONSENTRASI	23981.049	2	11990.524	181.853	.000
HARI	9030.575	6	1505.096	22.827	.000
ALKALI * KONSENTRASI	969.651	4	242.413	3.677	.007
Error	11472.759	174	65.935		
Total	2007248.786	189			
Corrected Total	47111.901	188			

a. R Squared = .756 (Adjusted R Squared = .737)

**TRIGLISERIDA**

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

ALKALI	N	Subset	
		1	2
K agar	63	98.6016	
Ca agar	63	101.1551	
Na agar	63		105.7590
Sig.		.185	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 65.935.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**TRIGLISERIDA**

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

KONSENTRASI	N	Subset		
		1	2	3
12.5%	63	90.8438		
7.5%	63		97.3529	
0%	63			117.3190
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) = 65.935.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 63.000.

b. Alpha = .05.

**TRIGLISERIDA**

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

HARI	N	Subset			
		1	2	3	4
hari ke-18	27	93.4148			
hari ke-15	27	94.7174	94.7174		
hari ke-12	27	96.6348	96.6348		
hari ke-9	27		100.3285	100.3285	
hari ke-6	27			106.3333	106.3333
hari ke-3	27				109.0693
hari ke-0	27				112.3719
Sig.		.770	.152	.100	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 65.935.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27.000.

b. Alpha = .05.