

**PENGARUH KONSUMSI GARAM Na, K dan Ca ALGINAT  
(*Sargassum polycystum*) TERHADAP KADAR LIPID DARAH TIKUS  
WISTAR (*Rattus novvergicus*) HIPERLIPIDEMIA**

**LAPORAN SKRIPSI  
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

**OLEH :  
EMA TRIWANDA  
0210830029**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERIKANAN  
MALANG  
2007**



**PENGARUH KONSUMSI GARAM Na, K DAN Ca ALGINAT  
(*Sargassum polycystum*) TERHADAP KADAR LIPID DARAH TIKUS  
WISTAR (*Rattus novergicus*) HIPERLIPIDEMIA**

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

**EMA TRIWANDA**

**0210830029**

**DOSEN PENGUJI I**

**(Ir. YAHYA, MP)**

**Tanggal :**

**DOSEN PENGUJI II**

**(Ir. BAMBANG B.S, MS)**

**Tanggal :**

**MENYETUJUI,  
DOSEN PEMBIMBING I**

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

**Tanggal :**

**DOSEN PEMBIMBING II**

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

**Tanggal :**

**MENGETAHUI,  
KETUA JURUSAN**

**(Ir. ABDUL OO'ID, MS)**

**Tanggal :**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul Pengaruh Konsumsi Garam Na, K dan Ca Alginat (*Sargassum polycystum*) Terhadap Kadar Lipid Darah Tikus Wistar (*Rattus novergicus*) Hiperlipidemia. Laporan ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.

Dengan terselesainya Laporan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- ❖ DR. Ir. Hardoko,MS dan Ir. JA. Sumardi,MS selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi pengarahan berharga dalam penyusunan laporan skripsi ini.
- ❖ Ayah, bunda, kakak, adik dan keponakan-keponakanku tercinta atas semua cinta dan dukungannya.
- ❖ Pak Yuli (PAU), Pak Waseno (LPPT) atas bantuannya selama berada di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- ❖ Mas Dwi terima kasih selalu memberi kebahagiaan dan dukungan.
- ❖ Rattus Team 2006 (Chichi, Shinta, Dydy, Chanchan, Samsul dan Indah), The Gank ( Dyah, Galuh, Toni, Ira, Indah Oksi, Ken, Windha, Yunita), temen-temen THP 2002 dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu terima kasih atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritikan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan laporan ini.

Malang, Maret 2007

Penulis



## RINGKASAN

**Emma Triwanda.** Pengaruh Konsumsi Garam Na, K dan Ca Alginat (*Sargassum polycystum*) Terhadap Kadar Lipid Darah Tikus Wistar (*Rattus novergicus*) Hiperlipidemia. (Di bawah bimbingan **DR. Ir. Hardoko,MS** dan **Ir. J.A. Sumardi,MS**)

---

Perubahan gaya hidup yang dialami atau dilakukan oleh banyak orang dewasa biasanya berkaitan dengan perubahan pola makan. Kesenangan masyarakat mengkonsumsi makanan modern cepat saji, diawetkan, manis, berlemak, sedikit sayuran dan buah serta bersantan, yang umumnya rendah serat dan tinggi lemak. Akibatnya timbul kegemukan, diabetes mellitus, jantung koroner, stroke, kolesterol tinggi, susah buang air besar, timbul wasir dan kanker usus, yang dikenal sebagai penyakit degeneratif.

Ternyata dari hasil penyelidikan memperlihatkan bahwa serat sangat baik untuk kesehatan yaitu membantu mencegah sembelit, mencegah kanker, mencegah sakit pada usus besar, membantu menurunkan kadar kolesterol, membantu mengontrol kadar gula dalam darah, mencegah wasir, membantu menurunkan berat badan (Anonymous, 2001). Sifat yang paling menonjol dari serat pangan yang bersifat larut adalah kemampuannya untuk menurunkan kolesterol darah, sehingga dapat mencegah penyakit jantung dan tekanan darah tinggi (hipertensi). Mekanisme kerja serat dalam menurunkan kolesterol adalah dengan cara menjerat lemak dalam usus, sehingga mencegah penyerapan lemak dalam tubuh. Serat larut mengikat asam empedu (produk akhir kolesterol) dan kemudian dikeluarkan bersama tinja. Serat larut air menurunkan kadar kolesterol darah hingga 5% atau lebih (Suyono, 2003).

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh penambahan garam Na, K dan Ca alginat dari rumput laut *Sargassum polycystum* terhadap penurunan kadar lipid darah. Adapun tujuan khususnya adalah untuk menentukan jenis garam alginat dan konsentrasi yang paling baik diantara Na, K dan Ca alginat dari *Sargassum polycystum* dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar yang hiperlipidemia.

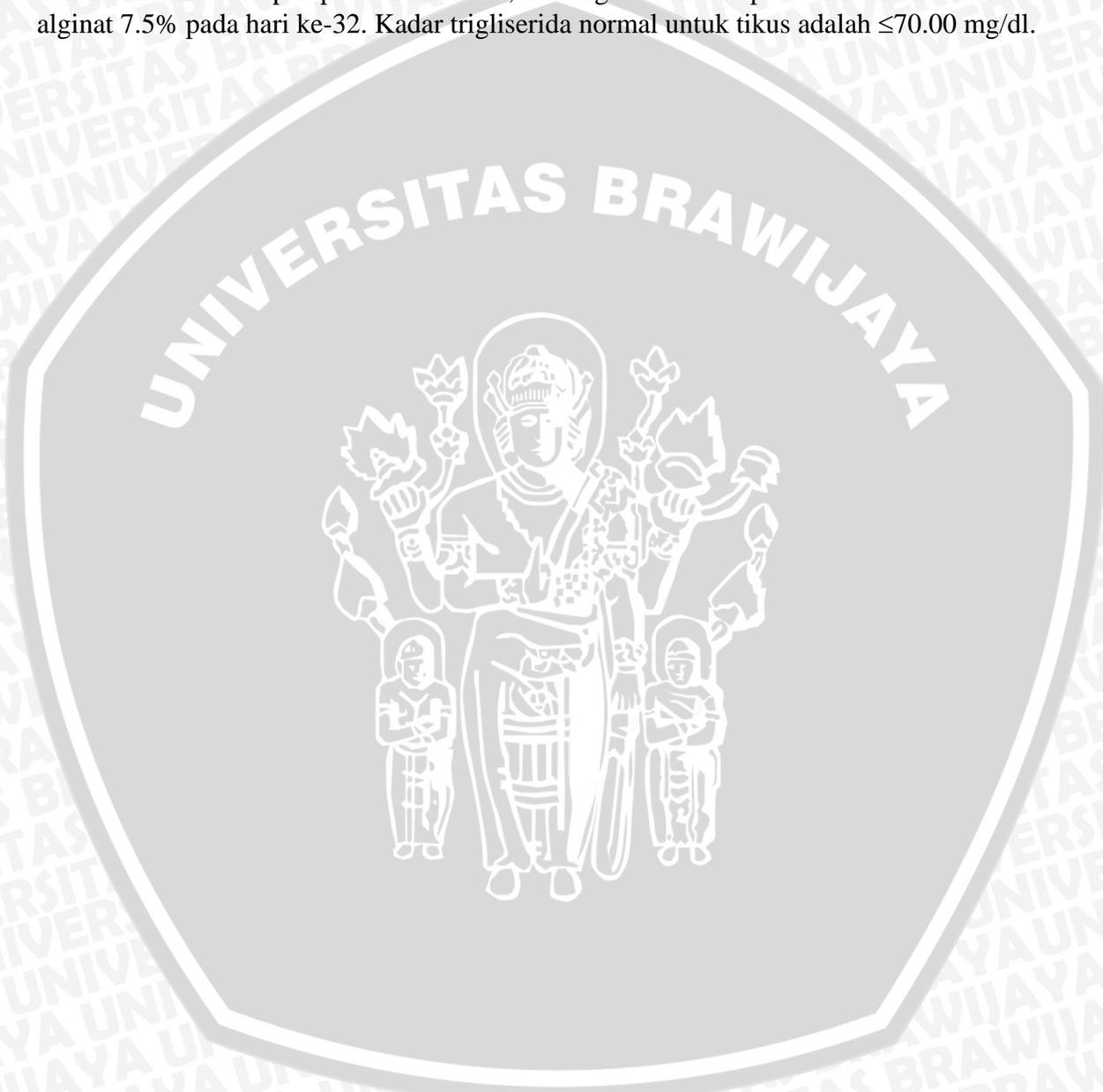
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan September – Oktober 2006.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan yaitu bentuk garam alginat dari *Sargassum polycystum* (A) yang terdiri dari Na, K dan Ca alginat. Dan faktor konsentrasi pemberian tepung alginat *Sargassum polycystum* (B) yang terdiri dari konsentrasi 7,5% dan 12,5%. Perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali. Adapun pengamatan yang dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 12, 15, dan 18 digunakan sebagai kelompok pengamatan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan (ANOVA) *Analysis of Variance* dan dilanjutkan dengan uji Tukey.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Ca alginat *Sargassum polycystum* dengan konsentrasi 12.5% mampu menurunkan kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus novergicus*). Kondisi normal setelah mengkonsumsi Ca alginat 12.5% dicapai pada hari ke-9 sebesar 104.91 mg/dl. Untuk Ca alginat 7.5% kondisi normal

dicapai pada hari ke-10, K 7.5% dan 12.5% kondisi normal dicapai pada hari ke-13, Na alginat 12.5% pada hari ke-11 dan Na alginat 7.5% pada hari ke-16. Kadar kolesterol normal untuk tikus adalah  $\leq 140.00$  mg/dl.

Kadar trigliserida setelah pemberian Ca alginat 12.5% kondisi normal diperoleh pada hari ke-15 yaitu sebesar 70.12 mg/dl. Untuk Ca alginat 7.5% kondisi normal dicapai pada hari ke-18, K 12.5% kondisi normal dicapai pada hari ke-28, K 7.5% kondisi normal dicapai pada hari ke-30, Na alginat 12.5% pada hari ke-18 dan Na alginat 7.5% pada hari ke-32. Kadar trigliserida normal untuk tikus adalah  $\leq 70.00$  mg/dl.



## 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 .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Kegunaan Penelitian .....	5
1.5. Hipotesis .....	5
1.6. Tempat dan Waktu .....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Rumput Laut .....	6
2.1.1. Rumput laut coklat .....	6
2.1.2. Biologi dan klasifikasi <i>Sargassum polycystum</i> .....	7
2.2. Alginat.....	8
2.3. Proses Pembuatan Garam Alginat.....	11
2.4. Serat Makanan dan Peranannya .....	13
2.4.1 Definisi dan macam-macam serat makanan .....	13
2.4.2 Manfaat dan mekanisme serat makanan dalam pencernaan .....	15
2.5 Pencernaan dan Penyerapan Lemak Makanan.....	18
2.6. Penyakit-penyakit Akibat Kelebihan Konsumsi Lemak Makanan.....	19
2.6.1 Penyakit jantung koroner .....	20
2.6.2 Penyakit kantung empedu.....	20
2.6.3 Penyakit serebrovaskuler.....	21

<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	22
3.1. Bahan .....	22
3.1.1. Bahan yang diuji .....	22
3.1.2. Bahan untuk ransum pakan .....	22
3.1.3. Bahan untuk analisis kimia .....	23
3.2. Alat .....	23
3.2.1. Alat untuk pembuatan garam alginat .....	23
3.2.2. Alat untuk pembuatan ransum pakan .....	23
3.2.3. Alat untuk analisis proksimat .....	24
3.2.4. Alat untuk uji (Tikus Percobaan) .....	24
3.2.5. Alat untuk pemeliharaan tikus .....	24
3.2.6. Alat untuk analisis .....	25
3.3. Metode Penelitian .....	26
3.3.1. Prosedur penelitian.....	27
3.3.1.1. Preparasi bahan uji.....	28
3.3.1.2. Pembuatan ransum pakan pada tikus percobaan.....	30
3.3.1.3 Pemberian makan dan minum pada tikus .....	31
3.3.1.4. Pembuatan tikus hiperlipidemia.....	32
3.3.1.5. Pelaksanaan perlakuan/percobaan .....	33
3.4. Parameter Uji .....	36
3.4.1. Kadar trigliserida.....	36
3.4.2. Kadar kolesterol dalam darah.....	37
3.4.3. Kadar kolesterol dalam feses.....	39
3.4.4. Kadar air metode thermogravimetri .....	39
3.4.5. Kadar protein metode kjeldahl .....	40
3.4.6. Kadar lemak metode Goldfish .....	42
3.4.7. Kadar abu.....	42
3.4.8. Kadar karbohidrat Metode Hidrolisis Asam Secara Langsung .....	43
3.4.9. Kadar serat makanan secara enzimatik .....	44
3.4.10. Jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus dan berat feses tikus.....	46

4.4.11. Kekuatan gel.....	47
3.5. Analisis Data .....	47
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Komposisi Gizi .....	50
4.1.1. Garam alginat <i>Sargassum polycystum</i> .....	50
4.1.2. Ransum pakan tikus.....	51
4.2 Kekuatan Gel .....	52
4.3 Pengaruh Penambahan Alginat terhadap Pertumbuhan.....	53
4.3.1 Jumlah konsumsi ransum pakan.....	53
4.3.2 Berat badan.....	57
4.3.3 Berat feses.....	63
4.4 Pengaruh Penambahan Alginat terhadap Kadar Lipid Darah .....	66
4.4.1. Kolesterol darah tikus .....	66
4.4.2. Trigliserida darah tikus .....	74
4.4.3. Kolesterol dalam Feses Tikus .....	84
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>86</b>
5.1. Kesimpulan .....	86
5.2. Saran .....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>93</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan unsur-unsur mikro pada rumput laut coklat. ....	7
2. Standar mutu internasional Natrium alginat.....	8
3. Peranan serat makanan berdasarkan sifat kelarutannya dalam air.....	16
4. Kadar serat makanan dalam sayuran dan buah-buahan.....	17
5. Denah rancangan faktor perlakuan. ....	27
6. Komposisi ransum pakan tikus.....	30
7. Hasil analisa proksimat garam alginat <i>Sargassum polycystum</i> .....	49
8. Standar mutu internasional Natrium alginat.....	49
9. Kadar serat makanan <i>Sargassum polycystum</i> dan garam alginat .....	50
10. Hasil analisis proksimat ransum pakan tikus.....	51
11. Kekuatan gel.....	52
12. Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus (g/ekor tikus/hari) .....	54
13. Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus per berat badan (g/g BB/3 hari) .....	56
14. Berat badan tikus per 3 hari selama perlakuan (g) .....	57
15. Laju pertumbuhan berat badan tikus per 3 hari (g/hari) .....	62
16. Rerata jumlah feses tikus tiap 3 hari selama perlakuan (g) .....	63
17. Berat feses per berat badan (g/g BB/ 3 hari).....	66
18. Rerata nilai kolesterol darah tikus per 3 hari (mg/dl) .....	67
19. Hasil regresi hubungan antara kadar kolesterol darah tikus dengan jenis ransum ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dan lamanya konsumsi garam alginat .....	73
20. Laju penurunan kadar kolesterol tikus per 3 hari (mg/dl/hari) .....	73
21. Rerata nilai trigliserida darah tikus per 3 hari (mg/dl) .....	75
22. Hasil regresi hubungan antara kadar trigliserida darah tikus dengan jenis ransum ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dan lamanya konsumsi garam alginat .....	81
23. Laju penurunan kadar trigliserida tikus per 3 hari (mg/dl/hari).....	81
24. Nilai analisis kolesterol feses pada hari ke-6 perlakuan .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur kimia alginat .....	9
2. Prosedur pembuatan alginat .....	29
3. Prosedur pembuatan ransum .....	31
4. Pembuatan tikus hiperlipidemia .....	33
5. Pelaksanaan perlakuan .....	34
6. Grafik pengaruh pemberian tepung alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan garam alkali dan konsentrasi berbeda terhadap jumlah konsumsi .....	56
7. Berat badan hari ke-0 berdasarkan jenis ransum .....	58
8. Histogram berat badan hari ke-0 berdasarkan konsentrasi .....	59
9. Grafik pengaruh konsumsi garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap berat badan tikus .....	60
10. Grafik pengaruh pemberian garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus .....	62
11. Grafik pengaruh konsumsi garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah feses tikus .....	64
12.. Histogram jenis ransum yang diberikan terhadap kadar kolesterol tikus pada hari ke-0 .....	68
13. Grafik pengaruh pemberian garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar kolesterol darah tikus .....	69
14. Grafik hubungan antara perbedaan penggunaan alkali dan konsentrasi garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) terhadap kadar kolesterol darah tikus .....	71
15. Grafik pengaruh pemberian garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar kolesterol darah tikus .....	74
16. Histogram jenis ransum yang diberikan terhadap kadar trigliserida tikus pada hari ke-0 .....	76
17. Grafik pengaruh pemberian garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar trigliserida darah tikus ....	77
18. Grafik hubungan antara perbedaan penggunaan alkali dan konsentrasi garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) terhadap kadar trigliserida darah tikus .....	79
19. Grafik pengaruh pemberian garam alginat ( <i>Sargassum polycystum</i> ) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar kolesterol darah tikus .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi mineral <i>mix</i> dalam 1000 g .....	93
2. Komposisi vitamin "Superviton" setiap 2 kaplet .....	94
3. Perhitungan konsentrasi alginat yang ditambahkan dalam ransum.....	95
4. Analisis data jumlah pakan yang dikonsumsi tikus per 3 hari (g).....	96
5. Analisis data berat badan tikus per 3 hari (g) .....	102
6. Analisis data berat feses tikus per 3 hari (g) .....	107
7. Analisa data kadar kolesterol darah tikus (mg/dl) .....	113
8. Analisa data kadar trigliserida darah tikus (mg/dl) .....	117
9. Foto-foto penelitian.....	121



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan gaya hidup yang dialami atau dilakukan oleh banyak orang dewasa biasanya berkaitan dengan perubahan pola makan. Jenis makanan yang dipilih lebih mengutamakan kepuasan mulut daripada kebutuhan tubuh (Retnaningsih, 2003). Kesenangan masyarakat mengkonsumsi makanan modern cepat saji, diawetkan, manis, berlemak, sedikit sayuran dan buah serta bersantan, yang umumnya rendah serat dan tinggi lemak (Winarsi, 2001). Perubahan pola atau kebiasaan makan masyarakat modern berdampak negatif pada kesehatan. Akibatnya timbul kegemukan, diabetes mellitus, jantung koroner, stroke, kolesterol tinggi, susah buang air besar, timbul wasir dan kanker usus, yang dikenal sebagai penyakit degeneratif (Joseph, 2002).

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

prevention sangat dibutuhkan dengan menggunakan obat-obatan antikoolesterol misalnya niacin dan fibrate (Katzung, 2002). Penggunaan obat-obatan ini memiliki efek samping yaitu menimbulkan rasa panas dan kemerahan pada kulit (flushing), sakit ulu hati serta gangguan hati ( Hartono, 2001). Cara lain menurunkan kolesterol darah antara lain menurunkan berat badan, melakukan olah raga, pengaturan diet dan pemilihan jenis makanan (Diehl, 1990). Ternyata dari hasil penyelidikan memperlihatkan bahwa serat sangat baik untuk kesehatan yaitu membantu mencegah sembelit, mencegah kanker, mencegah sakit pada usus besar, membantu menurunkan kadar kolesterol, membantu mengontrol kadar gula dalam darah, mencegah wasir, membantu menurunkan berat badan (Anonymous, 2001). Adanya serat pangan mengakibatkan penyerapan zat-zat gizi dihalangi, sehingga jumlah yang diabsorpsi menjadi berkurang.

Serat makanan adalah komponen dinding sel tanaman terutama tersusun atas selulosa, pektin, dan hemiselulosa serta bahan non karbohidrat seperti lignin. Serat makanan juga ada yang berasal dari food additives berupa gum arab, guar gum, alginat, karaginan dan carboxymetil selulosa (Winarsi, 2001). Sifat yang paling menonjol dari serat pangan yang bersifat larut adalah kemampuannya untuk menurunkan kolesterol darah, sehingga dapat mencegah penyakit jantung dan tekanan darah tinggi (hipertensi). Mekanisme kerja serat dalam menurunkan kolesterol adalah dengan cara menjerat lemak dalam usus, sehingga mencegah penyerapan lemak dalam tubuh. Serat larut mengikat asam empedu (produk akhir kolesterol) dan kemudian dikeluarkan bersama tinja. Serat larut air menurunkan kadar kolesterol darah hingga 5% atau lebih (Suyono, 2003).

Sumber serat makanan dapat diperoleh dari rumput laut salah satunya berasal dari rumput laut coklat (Phaeophyceae). Jenis rumput laut coklat antara lain *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Fucus*, *Lesonia*, *Sargassum*, *Laminaria*, *Turbinaria* dan *Padina*

(Zatnika, 2005). Rumput laut coklat dapat menghasilkan algin, baik dalam bentuk alginat maupun asam alginat. Alginat yaitu suatu jenis polisakarida yang terdiri dari unit asam manurat dan asam glukuronat (Winarno, 1996). Diantara jenis-jenis rumput laut tersebut yang tumbuh melimpah secara alami di perairan laut Indonesia adalah Sargassum dan Turbinaria. Diantara kedua jenis rumput laut tersebut hanya Sargassum yang sudah dimanfaatkan oleh industri alginat di Indonesia (Anonymous, 2003<sup>a</sup>).

Penelitian tentang rumput laut yang merupakan makanan berserat masih sedikit. Hasil penelitian Lamid *et al.*, (2002), menunjukkan bahwa penambahan rumput laut pada ransum makanan dapat menurunkan kadar lipid darah. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkat konsentrasi dan lama konsumsi rumput laut maka angka penurunan kadar lipid dalam darah akan semakin besar. Menurut Astawan (1997), serat makanan dalam rumput laut terletak pada kandungan alginat dan karaginan yang tidak terdapat pada bahan pangan lain, dimana komponen makanan ini dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Data penelitian yang lain menunjukkan bahwa kadar glukosa darah tikus yang mengkonsumsi alginat (269-300 mg/dl) lebih rendah dari pada tikus kontrol yang tidak mengkonsumsi alginat (380 mg/dl) (Anonymous, 2005).

Konsumsi tepung agar-agar (*Gracilaria verrucosa*) mampu menurunkan kadar lipid serum darah tikus putih wistar (*Rattus norvegicus*) sebesar 53,30% dengan konsentrasi pemberian tepung agar-agar sebesar 15% selama 18 hari. Perbedaan konsentrasi dan lamanya pemberian tepung agar-agar sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya angka penurunan kadar lipid serum darah. Turunnya kadar lipid dalam darah ini disebabkan oleh adanya serat makanan dari tepung agar-agar yang mampu menghambat penyerapan lipid dalam pencernaan (Susanti, 2004). Ditambahkan oleh hasil penelitian Agustin (2006), bahwa pemberian rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) bentuk larutan

dan gel mampu menurunkan kadar lipid darah tikus wistar (*Rattus norvegicus*) yang mengalami *hiperkolesteromia*, dimana rumput laut bentuk gel dengan konsentrasi 20% lebih cepat dalam menurunkan kadar lipid dalam darah sebesar 86,78% dengan lama konsumsi 18 hari.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumput laut telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat, beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat membuktikan bahwa penambahan rumput laut dalam ransum makanan dapat menurunkan kadar lipid dalam darah. Akan tetapi belum diketahui alkali mana, dalam hal ini Na, K, dan Ca yang lebih optimal terhadap penurunan kadar lipid darah. Produk olahan rumput laut berupa garam alginat dari *Sargassum polycystum* hasil ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  diberikan dengan cara menambahkannya dalam ransum makanan. Sehingga perlu dikaji lebih lanjut tentang konsumsi garam alginat dari *Sargassum polycystum* hasil ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  serta konsentrasi garam alginat *Sargassum polycystum* yang lebih optimal dalam menurunkan kadar lipid darah hiperlipidemia.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh konsumsi garam alginat dari rumput laut *Sargassum polycystum* hasil ekstraksi dengan alkali (basa)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  terhadap penurunan kadar lipid darah hiperlipidemia. Adapun tujuan penelitian secara khusus:

1. Untuk menentukan jenis alkali yang paling optimal menurunkan kadar lipid darah.
2. Untuk memperoleh konsentrasi serat makanan dalam ransum pakan yang paling optimal menurunkan kadar lipid darah, serta mengetahui pengaruh kekuatan gel

dari garam alginat hasil ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  terhadap penurunan kadar lipid darah.

#### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi potensi serat pangan yang terdapat pada rumput laut *Sargassum polycystum* terhadap kesehatan dan sebagai bahan informasi tentang pentingnya peran rumput laut *Sargassum polycystum* sebagai sumber serat makanan yang penting bagi kesehatan terutama peranannya dalam menurunkan kadar lipid darah.

#### 1.5 Hipotesis

Diduga bahwa konsumsi garam alginat dari *Sargassum polycystum* hasil ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  dapat menurunkan kadar lipid darah yang berlebih, dimana konsumsi garam Ca alginat (*Sargassum polycystum*) lebih optimal daripada konsumsi garam alginat (*Sargassum polycystum*) hasil ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{CaCO}_3$  dalam penurunan kadar lipid darah.

#### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan September – Oktober 2006.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Rumput Laut

#### 2.1.1 Rumput laut coklat

Rumput laut adalah tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar-batang-daun. Meskipun wujudnya tampak seperti ada perbedaan, tetapi sesungguhnya merupakan bentuk thalus belaka. Rumput laut merupakan makroalgae multiseluler dan dalam taksonomi diklasifikasikan ke dalam divisi *thallophyta*. Divisi ini mempunyai 4 kelas besar yaitu Rhodophyceae (alga merah), Phaeophyceae (alga coklat), Chlorophyceae (alga hijau) dan Cyanophyceae (alga hijau biru) (Musa *et al.*, 2004).

Rumput laut merupakan makhluk hidup yang bersifat autotrof, hal ini dikarenakan kandungan pigmen di dalam tubuhnya sehingga rumput laut mampu melakukan fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Selain sinar matahari beberapa faktor yang dapat menunjang kehidupan rumput laut adalah zat hara, gerakan air, salinitas, suhu dan predator (Indriani dan Sumiarsih, 2003)

Phaeophyceae (alga coklat) hidup diperairan laut dan melekat pada substrat keras. Alga coklat merupakan sumber karbohidrat yang disebut laminaran yang menghasilkan algin atau alginat. Alga coklat tersebut dapat tumbuh subur bila hidup di lautan yang bersuhu dingin, pada pinggiran pantai dengan kedalaman tidak lebih dari 20 meter (Winarno, 1996). Alga coklat mengandung pigmen klorofil a dan c, beta karoten, violasantin dan fukosantin, pienenoid dan filakoid laminaran, dinding sel yang terdapat selulose dan algin. Selain bahan-bahan tadi, alga coklat merupakan penghasil iodium. Alga coklat potensial untuk dibudidayakan, seperti *Sargassum* dan *Turbinaria*

( Anonymous, 2003<sup>a</sup>). Kandungan unsur-unsur mikro pada rumput laut coklat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan unsur-unsur mikro pada rumput laut coklat

Unsur	Kisaran kandungan dalam % berat kering alga coklat
Chlor	9,8- 15,0
Kalium	6,4- 7,8
Natrium	2,6-3,8
Magnesium	1,0-1,9
Belerang	0,7-2,1
Silikon	0,5-0,6
Fosfor	0,3-0,6
Kalsium	0,2-0,3
Besi	0,1-0,2
Iod	0,1-0,8
Brom	0,03-0,14

Sumber : Winarno (1996)

### 2.1.2 Biologi dan klasifikasi *Sargassum polycystum*

Salah satu jenis rumput laut coklat (Phaeophyceae) yang sangat potensial sebagai penghasil alginat adalah sargassum. Rumput laut ini hidup melekat pada daun karang dan dapat terlepas dari substratnya apabila ombak besar dan hanyut ke permukaan pasir pantai. Alat perekatnya terdiri dari cakram pipih, kemudian dari cakram pipih tersebut muncul tangkai tegak yang pendek silindris, muncul poros-poros silindrik yang panjang, masing-masing poros dapat mencapai 1 meter panjangnya (Anonymous, 2005).

Klasifikasi *Sargassum polycystum* menurut Anonymous (2003<sup>b</sup>) adalah sebagai berikut :

Devisi : Heterokontophyta

Kelas : Phaeophyceae

Ordo : Fucales

Famili : Sargassaceae

Genus : Sargassum

Spesies : *Sargassum polycystum*

## 2.2 Alginat

Alginat atau algin adalah istilah umum dari garam dan derivat asam alginat (Glicksman, 1983). Asam alginat merupakan senyawa organik kompleks yang termasuk dalam golongan karbohidrat (Chapman dan Chapman, 1980).

Standar mutu internasional baik untuk asam alginat maupun natrium alginat yang ditetapkan Food Chemical Codex (FCC) dapat dilihat pada Tabel 2

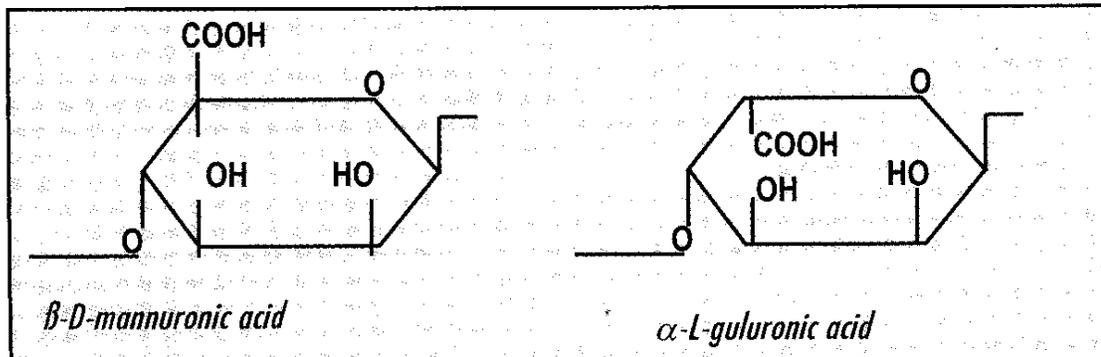
Tabel 2. Standar Mutu Internasional Natrium Alginat

Karakteristik	Natrium alginat
Kemurnian (% bobot kering)	90,8 – 106,5%
Kadar As	< 3 ppm
Kadar Pb	< 10 ppm
Kadar Hg	< 0,004 %
Kadar Abu	18 – 27 %
Kadar Air	< 15 %

Sumber : Yunizal (1999)

*Sargassum polycystum* merupakan penghasil alginat. Ada dua jenis monomer penyusun alginat, yaitu  $\beta$ -D-Mannopyranosil Uronat dan  $\alpha$ -L-Asam Gulopyranosil Uronat. Dari kedua jenis monomer tersebut, alginat dapat berupa hemopolimer yang terdiri dari monomer sejenis, yaitu  $\beta$ -D-Asam-Mannopyranosil Uronat saja atau  $\alpha$ -L-Asam Gulopyranosil saja atau alginat dapat juga berupa senyawa heteropolimer jika

monomer penyusunnya adalah gabungan kedua jenis monomer tersebut (Winarno, 1996). Struktur kimia alginat ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini



Sumber : Anggadireja *et al* (2006)

Gambar 1. Struktur kimia alginat

Alginat mempunyai afinitas yang tinggi terhadap logam berat dan unsur radioaktif, karena alginat sifatnya tidak dapat dicerna maka konsumsi alginat sangat membantu membersihkan polusi logam berat dan unsur radioaktif dalam makanan yang dikonsumsi manusia. Optimalisasi proses sangat penting, terutama proses hidrolisa asam karena apabila ekstraksi dilakukan pada suasana asam dan suhu terlalu tinggi menyebabkan alginat mudah terhidrolisis sehingga akan menurunkan rendemen dan mutu alginat yang dihasilkan (Winarno, 1996).

Kandungan alginat dari rumput laut coklat tergantung dari umur, spesies dan habitat. Sintesa monosakarida terjadi di daun dan selanjutnya sebagian ditranslokasi ke bagian tanaman yang lain untuk disintesa menjadi polimer (Taylor, 1979)

Ada empat faktor yang mempengaruhi pembentukan gel alginat yaitu proporsi poliguluronat dan polimanuronat yang menyusun alginat, jumlah ion  $\text{Ca}^{2+}$ , pH dan lamanya waktu gelasi. Alginat berikatan dengan kation divalen dan trivalent akan membentuk gel pada suhu kamar sampai  $100^{\circ}\text{C}$ , gel ini dapat mencair lagi karena pemanasan. Mekanisme pembentukan gel ini berdasarkan reaksi intramolekul dan

intermolekul dengan kekuatan gel yang dihasilkan akan meningkat bersamaan dengan lamanya waktu gelasi ( Nafii, 2001). Menurut McHugh (1987) garam-garam Ca dan Mg yang kebanyakan terdapat dalam asam alginat yang tidak larut dalam air dapat diubah menjadi larut didalam air dengan memberikan perlakuan alkali (biasanya  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) sebagai pengganti ion.



Pada konsentrasi tertentu larutan alginat akan menjadi gel bila asam atau logam-logam polivalen ditambahkan natrium, kalium atau ammonium alginat. Kemampuan alginat membentuk gel secara reaksi dengan kalsium merupakan sifat yang penting. Biasanya sumber kalsium adalah kalsium karbonat, kalsium sulfat, kalsium klorida, kalsium fosfat atau kalsium tertrat. Baik kecepatan pembentukan gel maupun kualitas dan tekstur gel dapat dikontrol melalui kelarutan dan kegunaan dari sumber kalsium tersebut (Riyantini, 1990).

Alginat menjadi sangat penting karena penggunaannya yang cukup luas dalam industri, antara lain sebagai bahan pengental, pensuspensi, penstabil, pembentuk film, pembentuk gel, dan bahan pengemulsi. Alginat juga berfungsi sebagai pemelihara bentuk jaringan pada makanan yang dibekukan, *counteract* penggetahan dan pengerasan dalam industri roti lapis gula, pensuspensi dalam sirup, pengemulsi dalam *salad dressing*, serta penambah busa pada industri bir. Di bidang bioteknologi, alginat digunakan sebagai algin-immobilisasi sel dari *yeast* pada proses produksi alkohol. Di bidang farmasi dan kosmetik, alginat dimanfaatkan dalam bentuk asam alginat atau garam sodium alginat dan kalsium alginat (Anggadireja *et al.*, 2006)

### 2.3 Proses pembuatan garam alginat

Proses pembuatan garam alginat secara umum meliputi penambahan natrium karbonat, pengeringan dan penghancuran menjadi bubuk (Yunizal, 1999). Berikut tahapan dalam proses ekstraksi alginat

#### - 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 alginat 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 (Winarno, 1996). Menurut Afrianto dan Liviawaty (1989), pencucian yang baik adalah dengan menggunakan air mengalir (air ledeng atau air yang dipompakan).

#### - Perendaman dalam Air

Perendaman dalam air adalah proses pengembalian air ke dalam bahan sering dikenal dengan rehidrasi, yang merupakan kebalikan dari proses pengeringan. Cara yang biasanya dengan merendam bahan yang telah dikeringkan (Winarno *et al.*, 1980). Juga untuk menghilangkan bau dan rasa amis serta memberi kesempatan berlangsungnya rehidrasi sehingga tekstur rumput laut kembali seperti semula (Anonymous, 2003<sup>c</sup>).

#### - Pemotongan

Tujuan perlakuan pada tahap ini adalah untuk memperluas penampang alga coklat sehingga mempermudah proses ekstraksi, karena ukuran alga coklat sudah lebih kecil dari semula sehingga memudahkan alginat terekstrak dari dinding sel alga coklat (Winarno, 1996).

- Perendaman dalam asam (HCl)

Asam klorida merupakan zat yang mudah larut air dan memiliki ikatan kovalen, ionnya terbentuk bila dilarutkan dalam pelarut polar misalnya air. Larutan asam klorida adalah larutan yang bersifat asam kuat dan bersifat stabil serta sebagai oksidator kuat untuk reaksi kimia. Asam ini terionisasi sempurna dengan melepas ion  $H^+$  dan ion  $Cl^-$  bila dimasukkan dalam air (Keenan *et al.*, 1996). Perendaman dalam asam bertujuan untuk memecah dinding sel alga coklat dan melarutkan garam-garam dan zat-zat organik yang terdapat didalamnya. Selulosa dapat dihidrolisis oleh asam kuat. Sehingga proses perendaman HCl sebelum ekstraksi, bertujuan untuk memecah dinding sel dan selulosa sehingga akan memudahkan proses ekstraksi selanjutnya (Fengel dan Wegener, 1995). Juga diharapkan dapat menghancurkan dan melarutkan kotoran sehingga rumput laut menjadi bersih (Winarno, 1996).

- Perendaman dalam Basa

Natrium hidroksida dikenal dengan soda kaustik, yang merupakan padatan yang berwarna putih larut dalam air dan alkohol tetapi tidak larut dalam eter. Mempunyai titik lebur  $318^\circ C$  dan titik didih  $1390^\circ C$ . Sifatnya sangat korosif terhadap jaringan tubuh terutama mata (Daintith, 1997). Perendaman dalam asam bertujuan untuk memecah dinding hemiselulosa alga coklat. Sehingga penambahan NaOH pada alga coklat selain berfungsi untuk penetralan setelah perendaman dengan HCl, juga untuk memecah hemiselulosa alga coklat untuk mempermudah proses ekstraksinya (Fengel dan Wegener, 1995). Tekstur alga coklat pada tahap ini lebih lunak karena hemiselulosa alga sudah pecah, sehingga alginat akan mudah terekstrak (Winarno, 1996).

#### - Ekstraksi Alginat

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan komponen dari campurannya berdasarkan pada kelarutan suatu senyawa pada pelarut tertentu (Tensiska, 1997). Proses ekstraksi alginat pada prinsipnya dilakukan pada suasana basa, karena alginat larut dalam basa dan tidak larut dalam asam. Proses ekstraksi alginat dilakukan dengan memasak alga coklat dalam suasana basa menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Proses ini bertujuan untuk melarutkan alginat (Winarno,1996).

#### - Filtrasi atau pemisahan

Hasil yang diperoleh dari ekstraksi berupa alginat yang kemungkinan besar masih tercampur dengan benda-benda asing dan kotoran-kotoran yang masih melekat (Makfoed, 1982). Penyaringan bertujuan untuk memisahkan alginat dari ampas dan kotoran yang masih tercampur dalam ekstrak. Proses penyaringan dilakukan dengan menggunakan kain saring untuk memisahkan antara alginat dengan kotoran.

#### - Pemurnian

Pemurnian dilakukan dengan penambahan isopropanol untuk menarik air dari sistem sol alginat (sebagai sol hidrofil). Digunakan alkohol karena mempunyai sifat alinitas tinggi terhadap air dan tidak melarutkan butir-butir sol hidrofil. Hal ini sesuai dengan sifat isopropanol yang menarik air dari sistem campuran hidrofil (Mairano, 1997). Pemurnian menggunakan isopropanol.

## 2.4 Serat Makanan

### 2.4.1 Definisi dan macam-macam serat makanan

Serat merupakan bagian dari dinding sel tumbuhan yang tidak dapat dicerna oleh enzim manusia sehingga sulit untuk diabsorpsi oleh usus halus. Para ahli

mengelompokkan serat makanan sebagai salah satu jenis polisakarida yang lebih lazim disebut karbohidrat kompleks. Karbohidrat ini terbentuk dari beberapa gugusan gula sederhana yang tergabung menjadi satu membentuk rantai kimia yang panjang. Akibatnya rantai kimia tersebut sangat sukar dicerna oleh enzim pencernaan manusia (Goldber, 1994).

Menurut Suyitno (1992), berdasarkan kelarutannya serat dibagi menjadi 2 yaitu, serat larut air dan serat tidak larut air.

### **1. Serat tidak larut air**

#### **a. Lignin**

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

#### **b. Hemiselulosa**

Secara struktural selulosa, hemiselulosa dan pektin merupakan polimer gula yang berantai lurus maupun bercabang dengan jumlah molekul yang bervariasi (Olson *et al.*, 1987). Hemiselulosa merupakan serat makanan yang terdiri dari xylosa, galaktosa, glukosa, mannosan dan arabinosa (Sjostrom, 1995). Fungsi dari hemiselulosa adalah mengurangi waktu transit makanan didalam usus (Wardlaw *et al.*, 2004).

#### **c. Selulosa**

Selulosa merupakan serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Pada

proses pematangan, penyimpanan atau pengolahan, komponen selulosa akan mengalami perubahan sehingga terjadi perubahan struktur (Winarno,1997).

## 2. Serat larut air

### a. Pektin

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

### b. Gum

Gum merupakan serat makanan yang tersusun atas rantai galaktosa, asam glukuronat dan beberapa monosakarida. Fungsi dari gum adalah memperlambat penyerapan glukosa dan dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Gum dapat ditemukan pada makanan seperti kacang-kacangan, sayur-sayuran dan buah-buahan (Wardlaw *et al.*, 2004).

## 2.4.2 Manfaat dan mekanisme serat makanan dalam pencernaan

Serat merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna, tetapi mempunyai fungsi yang penting bagi kesehatan yaitu mengatur peristaltik usus (memungkinkan terjadinya gerakan usus yang teratur) dan mencegah terjadinya *konstipasi* (sulit buang air besar), karena serat memberi muatan atau pemberat pada sisa-sisa makanan pada bagian usus besar (Suhardjo dan Kusharto, 2000). Meskipun serat makanan tidak mengandung nutrisi penting, tetapi fungsinya sebagai pengatur ekskresi sisa makanan sangatlah

penting. Kekurangan konsumsi serat kasar dapat menyebabkan kelainan dalam tubuh yang sifatnya kronis. Peran utama serat dalam makanan adalah kemampuannya mengikat air terutama oleh selulosa dan pektin. Tanpa bantuan serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam usus halus dan sukar untuk diekskresikan, karena gerakan-gerakan peristaltik usus besar menjadi lebih lambat (Pilliang dan Djojosoebagio, 1996). Serat juga mengendalikan gula darah dan memperlambat penyerapan glukosa pada usus halus, sehingga pada penderita diabetes dapat mengurangi ketergantungan insulin atau obat – obatan (Gunawan,2004).

Berdasarkan sifat kelarutannya dalam air, serat makanan mempunyai beberapa peranan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Peranan serat makanan berdasarkan sifat kelarutannya dalam air

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

Sumber : Hermana (2001).

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

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

Kadar serat makanan dalam sayuran dan buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Kadar serat makanan dalam sayuran dan buah-buahan

Jenis	Jumlah serat per 100g ( dalam g)	Jenis	Jumlah serat per 100g ( dalam g)
Wortel rebus	3,3	Kacang goreng	8,0
Kangkung	3,1	Pisang	4,6
Brokoli rebus	2,9	Durian	4,4
Labu	2,7	Apel	2,7
Jagung manis	2,8	Jeruk	2,7
Kol kembang	2,2	Pepaya	2,5
Daun bayam	2,2	Mangga	2,0
Kentang rebus	1,8	Nenas	1,7
Kubis rebus	1,7	Manggis	1,4
Tomat	1,1	Semangka	0,4
Almond	8,6		

Sumber : Winarsi (2001)

Serat makanan dalam rumput laut terletak pada kandungan alginat dan karagenan yang tidak terdapat pada bahan pangan lain, dimana komponen makanan ini dapat menurunkan kadar kolesterol darah (Astawan, 1997). Dalam usus halus serat makanan akan menyerap dan mengikat garam empedu yang selanjutnya diekskresikan bersama garam empedu yang selanjutnya diekskresikan bersama feses. Hal ini akan menyebabkan hati mensintesis garam empedu lagi, sehingga kolesterol sebagai bahan dasarnya akan berkurang, baik dalam darah maupun dalam jaringan (Rosida, 2004). Kebutuhan serat pada manusia per sajian sebesar 5 gram yang dapat dikonsumsi 1-6 kali dalam sehari.

Serat makanan termasuk dalam kelompok anti gizi. Senyawa tersebut dapat menghambat penggunaan unsur gizi dalam tubuh, dan bahkan dapat dikatakan bahwa senyawa tersebut sangat merugikan karena dapat berikatan dengan protein, karbohidrat, lemak dan beberapa mineral membentuk senyawa kompleks yang tidak dapat diserap oleh usus halus (Winarsi, 2001).

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

Lemak terdiri dari gliserin dan satu atau lebih asam lemak (Heslet, 2004). Lemak merupakan senyawa organik yang sukar larut dalam air namun mudah larut dalam pelarut organik seperti eter, benzen atau kloroform.

Asam lemak bersifat amfipatik. Molekul asam lemak memiliki daerah hidrofobik dan hidrofilik sekaligus. Ekor hidrokarbon asam lemak cenderung saling berkumpul sedemikian rupa sehingga hanya sedikit yang berhubungan dengan air, sebaliknya gugus karboksilnya yang bersifat polar condong untuk berhubungan dengan lingkungan sekitarnya yang terutama terdiri dari air. Kecenderungan gugus bermuatan pada bagian

kepala molekul asam lemak untuk tetap bersentuhan dengan air demikian kuatnya sehingga sabun tidak mengendap walaupun batas kelarutannya telah terlampaui. Dalam keadaan ini sabun akan mengelompok menjadi suatu bentukan kecil yang disebut misel (Mc Giverly dan Goldstein, 1996). Misel adalah suatu agregat yang terbentuk dalam larutan berair oleh suatu substansi yang terdiri dari gugus polar dan nonpolar (Montgomery *et al.*, 1993). Menurut Girindra (1986) triasilgliserol dan kolesterol tidak membentuk misel sendiri tetapi dapat ikut dalam misel karena dapat bergabung dengan misel lipida lain yang polar dan membentuk misel campuran. Lebih lanjut Linder (1992), menyatakan bahwa produk-produk pencernaan yang bersifat polar kemudian terdifusi melalui medium cair. Pada manusia hamper semua trigliserida dipecah menjadi monogliserida. Fosfolipid terhidrolisis secara penuh atau dibiarkan dalam bentuk lysosofosfolipid sedangkan kolesterol juga mendapat proses esterifikasi.

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

## 2.6 Penyakit-penyakit Akibat Kelebihan Konsumsi Lemak Makanan

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

lemak dalam jumlah besar (*hiperlipidemia*). Hiperlipidemia diartikan sebagai peningkatan kadar lipid yang melebihi harga normal sehingga dapat menyebabkan beberapa penyakit diantaranya adalah :

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

Penyakit koroner merupakan panyakit yang insidennya semakin meningkat dalam masyarakat modern dengan adanya perubahan pola makan dan aktivitas sehari-hari. Perubahan-perubahan yang terjadi pada jantung meliputi perubahan-perubahan degenerasi disamping kapasitas otot jantung juga mengurang, pada pembuluh darah, dindingnya menjadi kaku dan menebal (*atherosclerosis*) (Tabrani, 1982). Penyakit arteri koroner ditandai dengan adanya endapan lemak yang berkumpul didalam sel yang melapisi dinding suatu arteri koroner dan menyumbat aliran darah (Anonymous, 2006<sup>a</sup>). Pembuluh koroner bisa menyempit dan mengeras atau bahkan tersumbat. Penyempitan pembuluh koroner dapat menimbulkan *iskemia* pada jantung (jantung kekurangan oksigen), sedangkan penyumbatan yang total dapat mengakibatkan *infark* (kerak pada jantung) dan kematian otot jantung pada daerah yang luas dan segera mengakibatkan kematian (Hartono, 2000).

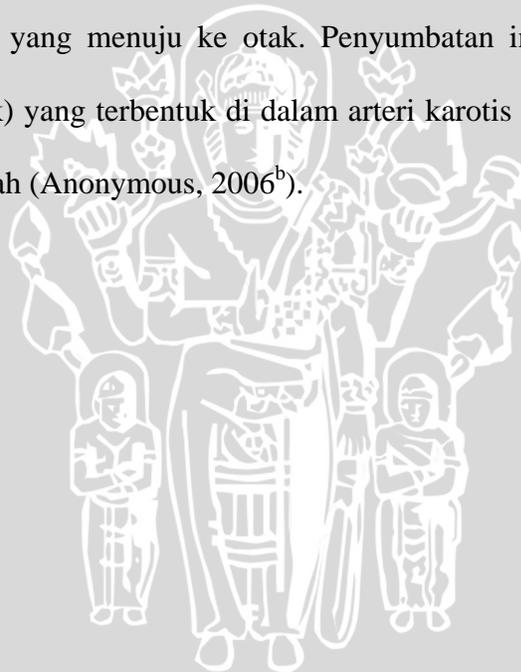
### **2.6.2 Penyakit kantung empedu**

Dibawah kondisi abnormal, kolesterol, pigmen cairan empedu dan senyawa lain yang dapat mengendap dalam kantong empedu dan menyebabkan pembentukan batu empedu. Batu tersebut dapat menimbulkan iritasi pada dinding kantong empedu atau menghalangi salurannya yang dikenal dengan penyakit kantung empedu (Muchtadi, 1989). Ada beberapa factor yang dapat menyebabkan terjadinya penyakit kantung empedu. Factor tersebut adalah (1) obesitas; (2) konsumsi lemak yang tinggi;

(3) hiperlipidemia, khususnya peningkatan kadar trigliserida yang berhubungan dengan asupan lemak dan gula yang tinggi, dan (4) penurunan berat badan secara cepat (Hartono, 2000).

### 2.6.3. Penyakit serebrovaskuler (Stroke)

Penyakit serebrovaskuler (stroke) adalah kematian jaringan otak (infrak serebral) yang terjadi karena berkurangnya aliran darah dan oksigen ke otak. Stroke iskemik terjadi karena aliran darah ke otak terhenti akibat atherosklerosis atau bekuan darah yang telah menyumbat suatu pembuluh darah. Pada stroke iskemik, penyumbatan bisa terjadi disepanjang jalur arteri yang menuju ke otak. Penyumbatan ini terjadi karena suatu ateroma (endapan lemak) yang terbentuk di dalam arteri karotis sehingga menyebabkan berkurangnya aliran darah (Anonymous, 2006<sup>b</sup>).



### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan

##### 3.1.1 Bahan yang diuji

Bahan yang diuji berupa rumput laut coklat dari jenis *Sargassum polycystum* dalam bentuk kering, yang diperoleh dari Pulau Talango, Desa Pakide, Sumenep, Madura. Rumput laut *Sargassum polycystum* ini selanjutnya diproses menjadi alginat.

##### 3.1.2 Bahan untuk ransum pakan

Pada penelitian ini terdapat 3 macam ransum tikus percobaan, yaitu ransum standar, ransum perlakuan dan ransum berkolesterol. Komposisi ransum standar yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti ransum *Standart National Research Council* (NRC) (1978). Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ransum pakan tikus ini meliputi: protein (kasein) yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta; Lemak (minyak jagung) merk "China corn oil" dari toko Candra Malang; CMC makanan diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta; vitamin merk "Superviton" diperoleh dari apotek Sejati, Malang; mineral *mix* diperoleh dari Panadia Malang, dan karbohidrat (tepung maizena) diperoleh dari toko Candra Malang. Ransum perlakuan yaitu ransum standar tanpa CMC 5%. Komposisi ransum berkolesterol dibuat sama dengan ransum standar, tetapi karbohidrat (tepung maizena) 60% dikurangi menjadi 40% dan diganti dengan lemak sapi jenuh sebanyak 20%, yang diperoleh dari Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

### 3.1.3 Bahan untuk analisis kimia

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

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,  $K_2S_2O_8$ , HgO, indikator metil merah, NaOH, HCl dan larutan  $K_2S$ .

## 3.2 Alat

### 3.2.1 Alat untuk pembuatan garam alginat

Alat yang digunakan untuk pembuatan garam Na, K dan Ca alginat (*Sargassum polycystum*) meliputi timbangan digital merk "Mettler Toledo" dengan kapasitas maksimum 210 g dan minimum 0,01 g, baskom plastik, blender, beaker glass merk "Pyrex-Iwaki glass" 1000 ml, erlenmeyer 500 ml merk "Pyrex-Iwaki glass", gelas ukur merk "Pyrex-Iwaki glass" 500 ml dan 100 ml, spatula, waterbath merk "Mommert" suhu maksimum  $110^{\circ}C$ , pH meter, thermometer, kain saring, pengaduk, loyang plastik, loyang aluminium, oven merk "Binder", dan ayakan.

### 3.2.2 Alat 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 Alat 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 (*goldfish*), oven dan desikator.

### 3.2.4 Alat untuk uji (tikus percobaan)

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

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

### 3.2.5 Alat Pemeliharaan Tikus

Alat yang digunakan untuk pemeliharaan tikus terdiri dari kandang tikus berupa box persegi panjang terbuat dari plat tembaga, didalamnya terdapat sekat yang membagi box tersebut menjadi 5 bagian kandang (ukuran per bagian kandang untuk panjang x lebar x tinggi = 12.50 cm x 20.00 cm x 15.00 cm) dengan tutup dibagian atas kandang dan nampan penampung sisa pakan serta feces tikus dibagian bawahnya, juga dilengkapi

peralatan lainnya seperti tempat pakan dan botol minum. Wadah pakan yang digunakan adalah wadah pakan burung dan diletakkan dalam tiap-tiap kandang dengan menggunakan kawat sebagai pengaitnya. Botol minum terbuat dari bahan gelas yang pada bagian mulutnya disumbat karet dilengkapi dengan pipa kaca sebagai sedotan dibagian tengahnya.

Setiap box yang didalamnya terbagi menjadi 5 sekat kandang, diletakkan berjajar diatas rak besi bertingkat 4 dimana dalam setiap lorong tingkatan rak terdapat 8 box kandang. Timbangan analitik juga dipakai dalam pemeliharaan tikus percobaan guna mengetahui berat badan tikus, feses dan sisa pakan.

### 3.2.6 Alat untuk analisis

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

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

Alat untuk analisis kadar kolesterol dalam feses meliputi timbangan analitik, water bath, sentrifuge, spektrofotometer, tabung reaksi dan pipet. Untuk analisis kekuatan gel pada garam Na, K, dan Ca alginat (*Sargassum polycystum*) meliputi erlenmeyer 100 ml, thermometer, waterbath, cetakan berdiameter 64 cm, dan penetrometer. Sedangkan untuk menganalisis serat makanan pada rumput laut (*Sargassum polycystum*) adalah peralatan untuk ekstraksi lemak (*goldfish*), neraca analitik, erlenmeyer 250 ml, penangas air, pH meter, aluminium foil, dan *cruicible* (*porosity 2*) yang mengandung 0,5 g *celite* kering.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang terdiri dari 2 tahap, yaitu preparasi bahan uji dan penelitian utama. Faktor perlakuan tersebut terdiri dari faktor penggunaan alkali pada proses ekstraksi(A) yang terdiri dari Na ( $A_1$ ), K ( $A_2$ ) dan Ca ( $A_3$ ). Faktor kedua adalah konsentrasi pemberian tepung alginat *Sargassum polycystum* (B) yang terdiri dari konsentrasi 0% ( $B_1$ ), 7,5% ( $B_2$ ) dan konsentrasi 12,5% ( $B_3$ ). Adapun hari yang terdiri dari 7 level yaitu hari ke-0, 3, 6, 9, 12, 15, dan 18. Denah rancangan faktor perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5



Tabel 5. Tabulasi rancangan faktor perlakuan

Jenis ransum	Konsentrasi	Ulangan	Hari pengamatan						
			0	3	6	9	12	15	18
Na alginat	0%	1							
		2							
		3							
	7,5%	1							
		2							
		3							
	12,5%	1							
		2							
		3							
K alginat	0%	1							
		2							
		3							
	7,5%	1							
		2							
		3							
	12,5%	1							
		2							
		3							
Ca alginat	0%	1							
		2							
		3							
	7,5%	1							
		2							
		3							
	12,5%	1							
		2							
		3							

Keterangan

A: Garam alkali (Na, K dan Ca alginat)

B: Konsentrasi ( 0%, 7.5% dan 12.5%)

Berdasarkan perlakuan yang dilakukan maka penelitian ini dapat dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Menurut Yitnosumanto (1993), model untuk Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial adalah:

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

Keterangan :

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

$\mu$  = nilai tengah umum

$A_i$  = pengaruh taraf ke-i dari faktor A

$B_j$  = pengaruh taraf ke-j dari faktor B

$p_j$  = pengaruh kelompok ke-k

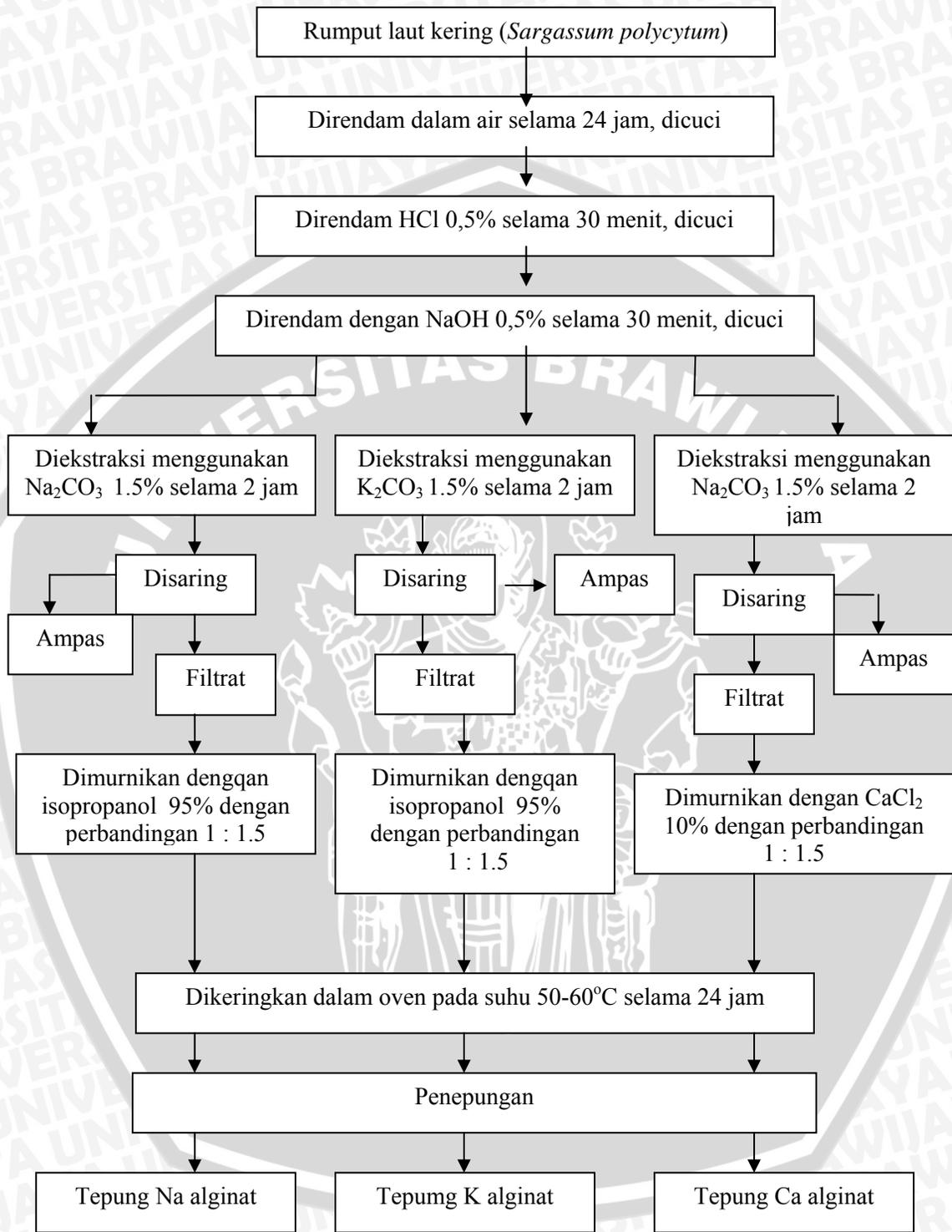
$AB_{ij}$  = pengaruh interaksi taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B

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

### 3.3.1 Prosedur penelitian

#### 3.3.1.1 Preparasi bahan uji

Sebelum dilakukan penelitian langkah pertama dalam penelitian ini adalah preparasi bahan uji yaitu dengan mengekstraksi rumput laut *Sargassum polycystum* dengan garam alkali yang berbeda  $Na_2CO_3$ , dan  $K_2CO_3$ . Prosedur pembuatan garam alginat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur pembuatan tepung alginat

### 3.3.1.2 Pembuatan ransum pakan pada tikus percobaan

Pada penelitian ini terdapat 3 macam ransum pakan tikus percobaan, yaitu ransum standar, ransum berkolesterol, dan ransum perlakuan. Komposisi ransum standar yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti ransum *Standart National Research Council* (NRC) (1978). Ransum berkolesterol dibuat dengan menambahkan 20% lemak sapi jenuh kedalam ransum standar. Sedangkan ransum perlakuan terdiri dari ransum standar yang mengandung garam alginat sebagai pengganti CMC makanan. Komposisi ransum standar, ransum berkolesterol, dan ransum perlakuan tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi ransum pakan tikus

Bahan	Jenis ransum pakan		
	Ransum standar (%)	Ransum berkolesterol (%)	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	-
Garam alginat	-	-	x

Sumber : Muchtadi (1998)

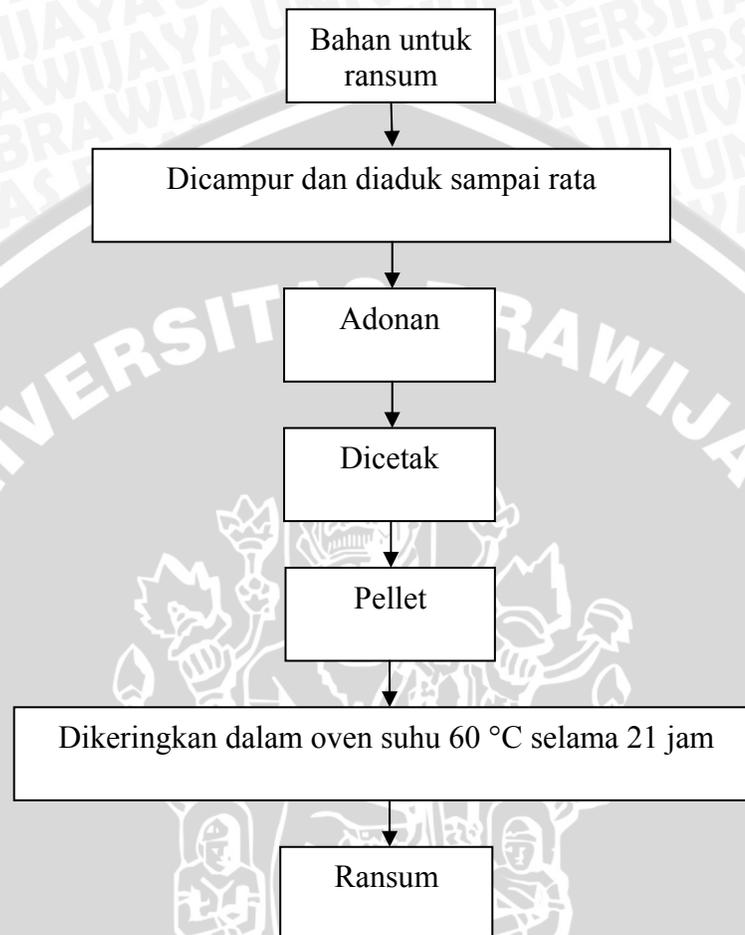
Keterangan: x = % perlakuan (alginat *Sargassum polycystum* dengan konsentrasi 7.5% dan 12.5%)

<sup>1</sup>) Lampiran 1

<sup>2</sup>) Lampiran 2

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 60 °C selama 21 jam dengan kadar air sebesar 17,31%. Ransum standar, berkolesterol dan perlakuan setelah dikemas

dalam plastik disimpan pada suhu kamar (Susanti, 2004). Secara skematis, prosedur pembuatan ransum pakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Prosedur pembuatan ransum

### 3.3.1.3 Pemberian makanan dan minuman pada tikus

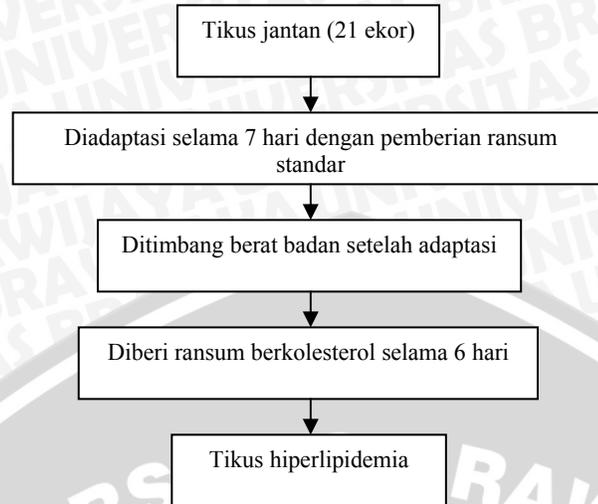
Tikus yang dipelihara pada penelitian ini diberi makan secara *ad libitum* (bebas makan), dengan jumlah yang dikonsumsi ditentukan dari selisih berat pakan awal dengan sisa pakan. Pakan berbentuk pelet berwarna kecoklatan diberikan pada tikus 1 kali dalam sehari setiap jam 9 pagi. Saat pemberian pakan, pakan ditimbang terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan analitik sebanyak  $\pm 13.00$  g, yang kemudian pakan dimasukkan dalam wadah pakan yang ada pada setiap kandang. Untuk minum

tidak diberikan takaran akan banyaknya air yang diminum. Air minum diambil langsung dari air kran PDAM yang diisikan ke dalam dot atau botol gelas 100 ml dan diberikan pada tikus, minum ini akan diisi ulang apabila air dalam dot atau botol minum hampir habis

#### 3.3.1.4 Pembuatan tikus hiperlipidemia

Tikus yang digunakan adalah tikus putih jantan berumur 3 bulan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wikanta *et al.* (2003), tikus terlebih dahulu diadaptasi selama 7 hari dengan lingkungan pemeliharaan dengan cara menempatkan tiap tikus dalam kandangnya (dikandangkan secara individu). Tujuan tikus diadaptasi selama 7 hari adalah untuk penyesuaian dengan lingkungan, mengontrol kesehatan dan berat badannya serta menyeragamkan makanannya. Sedangkan tujuan tikus dikandangkan secara individu adalah agar tikus tidak terpengaruh/terganggu dengan tikus yang lain dan agar lebih mudah untuk mengontrol kebutuhan ransum pakan dan air minum serta jumlah feses yang dihasilkan. Kemudian tikus diberi makan ransum standar dan minum secara *ad libitum*. Pemberian ransum setiap harinya sebesar 15 g tiap ekor tikus.

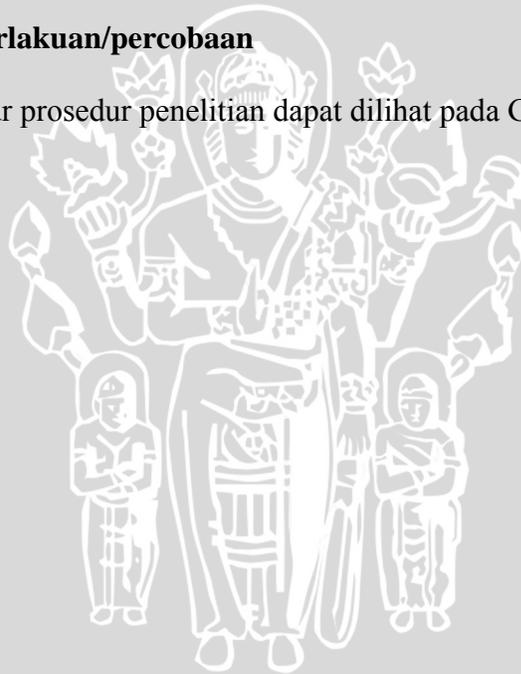
Setelah masa adaptasi selesai maka kadar lipid dinaikkan dengan mengganti ransum standar dengan ransum berkolesterol selama 6 hari secara *ad libitum*. Kondisi hiperlipidemia (untuk manusia batasan hiperlipidemia adalah  $>200$  mg/dl) dicapai pada hari ke-6 setelah tikus mengkonsumsi ransum yang mengandung lemak sapi jenuh 20% (Susanti, 2004). Setelah kondisi hiperlipidemia tercapai, pemberian ransum berkolesterol dihentikan. Pembuatan tikus hiperlipidemia dapat dilihat pada Gambar 4.

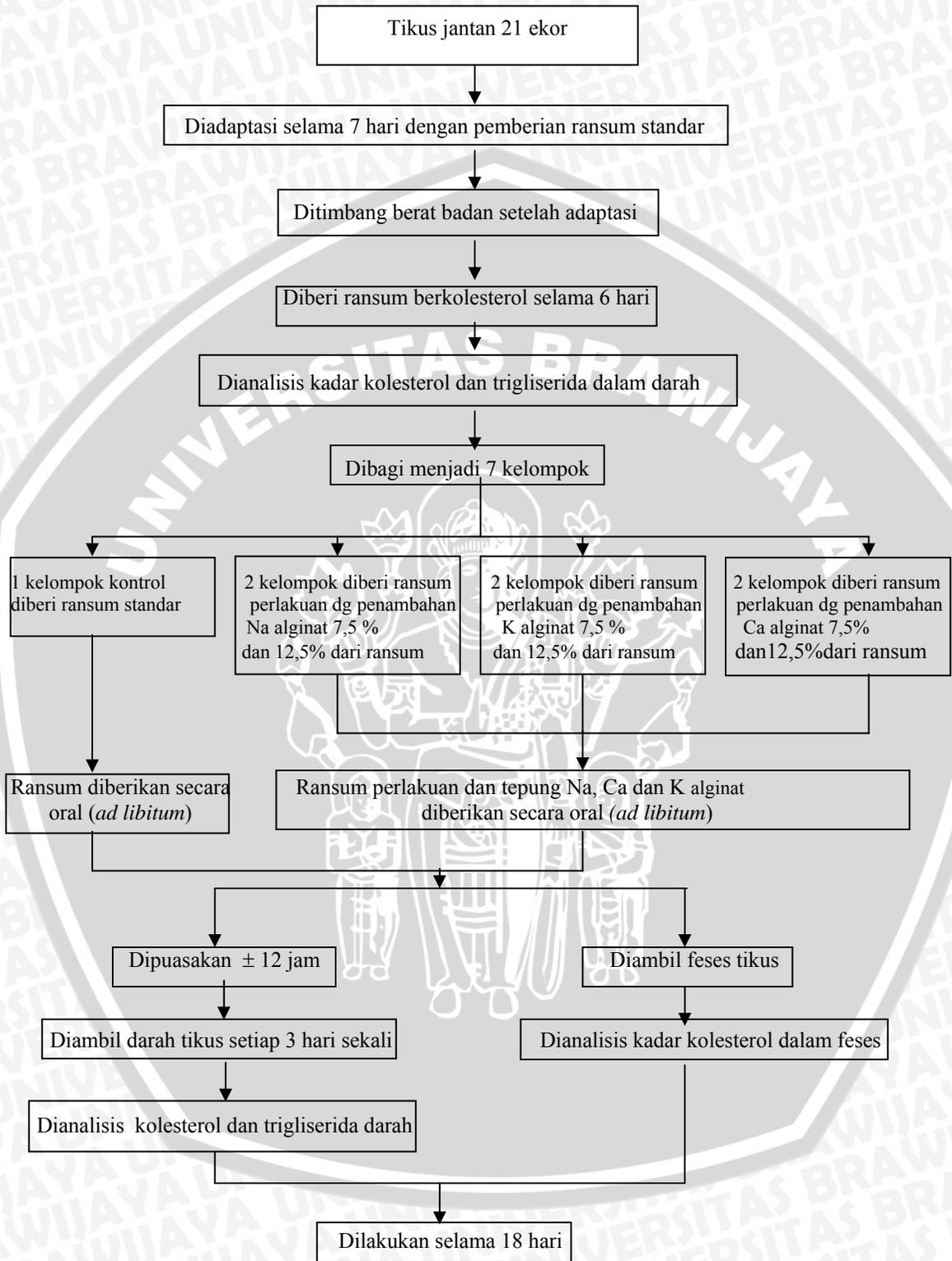


Gambar 4. Pembuatan tikus hiperlipidemia

### 3.3.1.5 Pelaksanaan perlakuan/percobaan

Secara garis besar prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Prosedur kerja penelitian

Setelah kondisi hiperlipidemia tercapai, tikus diambil secara acak dan dibagi menjadi 7 kelompok dimana 1 kelompok merupakan kelompok kontrol (0%) yaitu tikus yang diberi ransum standar; 1 kelompok diberi ransum perlakuan dengan konsumsi garam Na alginat 7,5%; 1 kelompok diberi ransum perlakuan dengan konsumsi garam Na alginat 12,5%; 1 kelompok diberi ransum perlakuan dengan konsumsi garam K alginat 7,5%; 1 kelompok diberi ransum perlakuan dengan konsumsi garam K alginat 12,5%; 1 kelompok diberi ransum perlakuan dengan konsumsi garam Ca alginat 7,5%; 1 kelompok diberi ransum perlakuan dengan konsumsi garam Ca alginat 12,5%. Pemberian ransum secara oral (*ad libitum*). Kemudian tikus dipelihara selama 18 hari dan dilakukan pengamatan tiap 3 hari sekali yang meliputi pengamatan jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus, berat feses tikus, kadar trigliserida dalam darah, kadar kolesterol dalam darah, kadar kolesterol dalam feses.

Untuk pengamatan kadar trigliserida dan kadar kolesterol dalam darah, setiap 3 hari sekali tikus diambil darahnya untuk dianalisis. Sebelum diambil darahnya, tikus dipuaskan terlebih dahulu selama  $\pm 12$  jam. Tujuan dari perlakuan ini adalah agar darah yang dianalisis benar-benar merupakan darah murni (tidak terpengaruh oleh lemak yang terkandung dalam makanan). Pengambilan darah dilakukan melalui *sinus orbitalis* (terletak di organ mata) sebanyak 1 ml dengan menggunakan *haematocrit* dan dimasukkan pada tabung *appendorf*. Menurut Smith 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

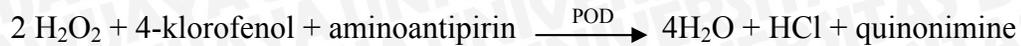
Parameter uji yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis kadar proksimat ransum standar dengan CMC 5%, ransum perlakuan tanpa CMC 5% dan garam alginat (kadar air, protein, lemak, karbohidrat dan abu), analisis kadar trigliserida, kolesterol total pada serum darah tikus, jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus, serta kolesterol pada feses.

#### 3.4.1 Kadar Trigliserida (Rifal *et al.*, 1999)

Tujuan penentuan kadar trigliserida yaitu untuk mengetahui kadar trigliserida dalam darah tikus setelah pemberian ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Prinsip analisis trigliserida darah ini adalah dengan mencampurkan serum dengan larutan pereaksi dan diinkubasi pada suhu 20-25°C selama 20 menit atau suhu 37°C selama 10 menit dan diabsorbansi dengan trigliserida kit panjang gelombang 500 nm.

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





Sampel yang digunakan adalah serum. Kestabilan trigliserida dapat disimpan pada suhu (2-8) °C selama 3 hari. Reagen yang digunakan meliputi Good's buffer pH 7.2, 4-klorofenol, ATP, Mg<sup>+</sup>, Gliserokinase (GK), Peroksidase (POD), Lipoprotein lipase (LPL) 4-Aminoantipirine, Gliserol-3-fosfat-oksidadase (GPO). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10 µl serum dengan 1000 µl larutan pereaksi dan diinkubasi pada suhu (20-25) °C selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37 °C. Absorbansi sampel (As) dan standar (Ast) diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 500 nm.

Konsentrasi trigliserida dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

ΔA : Absorbansi

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

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

Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 21.

### 3.4.2 Kadar kolesterol dalam darah (Rifal *et al.*, 1999)

Tujuan dari pengujian kadar kolesterol adalah untuk mengetahui kadar kolesterol dalam darah tikus setelah pemberian ransum berkolesterol dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan adalah *Enzymatic Colorimetric Test* CHOD-PAP menggunakan kolesterol kit dengan merek dagang *Diasys produksi Dyasys Diagnostic Systems GmbH*

& Co. KG Jerman. Prinsip dari metode ini adalah dengan menentukan kolesterol setelah dihidrolisis enzimatik dan dioksidasi. Sebagai indikatornya adalah dengan terbentuknya aguinoneimine dari reaksi 4-aminoantipirin dan fenol oleh hidrogen peroksida dibawah pengaruh katalis peroksidase. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reagen pereaksi yang digunakan meliputi GOD'S buffer pH 6.7, Fenol, 4-aminoantipirin. Kolesterol esterase (CHE), Kolesterol oksidase (CHO), dan peroksidase (POD). Larutan sampel dan larutan standar dibuat dengan cara mencampurkan 10 µl serum darah dengan 1000 µl larutan pereaksi sedangkan larutan blanko (B) digunakan 1000 µl dan diinkubasi pada suhu (20-25) °C selama 20 menit atau 10 menit pada suhu 37 °C. Absorbansinya diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 500 nm dengan larutan blanko sebagai titik nolnya. Kadar kolesterol total dapat dihitung dengan rumus (dengan kalibrasi standar) sebagai berikut:

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

ΔA : Absorbansi

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

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

Hasil kadar kolesterol dapat dilihat pada Tabel 18.

### 3.4.3 Kadar kolesterol dalam feses (Libermann-Burchard)

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

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

Hasil analisis kadar kolesterol dalam feses dapat dilihat pada tabel 24.

### 3.4.4 Kadar Air

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

semua air bebas (yang tidak terikat pada zat lain) dapat dengan mudah diuapkan, tetapi tidak demikian halnya dengan air terikat.

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

- Timbang sampel yang berupa serbuk sebanyak 2 gram dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya. Kemudian keringkan dalam oven pada suhu (100-105)<sup>0</sup>C selama semalam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya.
- Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan, dengan perhitungan:

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

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

Hasil analisis kadar air dapat dilihat pada Tabel 10.

### 3.4.5 Kadar Protein

Tujuan penentuan kadar protein yaitu untuk mengetahui jumlah kandungan protein dari alginat dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan untuk penentuan kadar protein adalah metode makro *Kjeldahl*. Prinsip dari metode ini adalah penentuan protein berdasarkan oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia. Selanjutnya amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat. Larutan dibuat menjadi basa, dan amonia diuapkan untuk kemudian diserap dalam larutan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan dapat ditentukan jumlahnya dengan titrasi menggunakan HCL 0,02 N (*Apriyantono et al.*, 1989). Menurut

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

- Timbang 1 g bahan dan masukkan dalam labu *Kjeldahl*. Kemudian tambahkan 7,5 g  $K_2S_2O_4$ , 0,35 g  $HgO$  dan 15 ml  $H_2SO_4$  pekat. Panaskan semua bahan dalam labu *Kjeldahl* dalam lemari asam sampai mendidih dan cairan jernih. Teruskan pemanasan tambahan kurang lebih 1 jam. Matikan api pemanas dan biarkan menjadi dingin. Kemudian tambahkan 100 ml aquades dalam labu *Kjeldahl* dan beberapa lempeng Zn, juga ditambahkan 15 ml larutan  $K_2S$  4% dan akhirnya tambahkan perlahan-lahan larutan  $NaOH$  50% sebanyak 50 ml. Pasanglah labu *Kjeldahl* dengan segera pada alat destilasi.
- Panaskan labu *Kjeldahl* perlahan-lahan sampai dua lapisan cairan tercampur, kemudian panaskan dengan cepat sampai mendidih.
- Destilat ini ditampung dalam Erlenmeyer yang telah diisi dengan 50 ml larutan standar  $HCl$  0,1 N dan 5 tetes indikator metil merah. Lakukan destilasi sampai destilat yang tertampung sebanyak 75 ml.
- Titrasi destilat yang diperoleh dengan standar  $NaOH$  (0,1 N) sampai warna kuning.
- Buatlah juga larutan blanko dengan mengganti bahan dengan aquades, lakukan destruksi, destilasi dan titrasi seperti sampel.
- Perhitungan :

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

Hasil analisis kadar protein dapat dilihat pada Tabel 10.

### 3.4.6 Kadar Lemak

Tujuan dari penentuan kadar lemak yaitu untuk menentukan kadar lemak yang terdapat pada alginat dan ransum perlakuan. Metode yang digunakan dalam penentuan kadar lemak adalah metode *Goldfish*. Prinsip dari metode ini adalah ekstraksi atau pemisahan lemak dari contoh dengan cara mensirkulasikan pelarut lemak (*ethyl ether*) ke dalam contoh (Murachman *et al.*, 1980). Menurut Sudarmadji *et al.*, (1997) penentuan kadar lemak dengan menggunakan metode *Goldfish* adalah sebagai berikut :

Labu yang sesuai ukurannya dengan alat ekstraksi *Goldfish* dikeringkan dalam oven lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sampel yang sudah dihomogenkan ditimbang sebanyak 2 g. Dibungkus dalam kertas saring dan dimasukkan dalam selongsong sampel dan ditutup dengan kapas bebas sampel. Ekstraksi dilakukan selama 5 jam sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut yang ada dalam labu yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah didapatkan berat yang tetap, lemak dalam labu tersebut didinginkan dalam desikator dan selanjutnya lemak beserta labunya ditimbang. Perhitungan kadar lemak sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{(\text{berat labu} + \text{lemak}) - \text{berat labu}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

Hasil analisis kadar lemak dapat dilihat pada Tabel 10.

### 3.4.7 Kadar Abu

Tujuan dari penentuan kadar abu yaitu untuk menentukan baik tidaknya suatu pengolahan dan sebagai parameter nilai gizi dari alginat dan ransum perlakuan yang diberikan pada tikus percobaan. Metode yang digunakan untuk penentuan kadar abu

adalah metode Pemanasan (pengeringan secara langsung). Prinsip dari metode ini adalah sampel dipanaskan pada suhu 650°C, maka akan terjadi abu yang berwarna putih (Murachman *et al.*, 1980). Menurut Sudarmadji *et al.*, (1997) penentuan kadar abu dengan menggunakan metode pemanasan adalah sebagai berikut :

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

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{\text{berat akhir} - \text{berat kurs porselen}}{\text{berat akhir}} \times 100 \%$$

Hasil analisis kadar abu dapat dilihat pada Tabel 10.

### 3.4.8 Kadar Karbohidrat

Tujuan dari penentuan kadar karbohidrat yaitu untuk mengetahui jumlah kandungan karbohidrat dalam alginat dan ransum perlakuan yang diberikan pada tikus percobaan. Menurut Sudarmadji *et al.*, (1997), metode yang digunakan untuk analisis kadar karbohidrat adalah metode Hidrolisis asam secara langsung. Prinsip dari metode ini adalah menentukan kadar pati dengan menghidrolisis pati dengan asam atau enzim sehingga diperoleh gula reduksi. Kemudian hasil hidrolisis pati tersebut dihitung dengan cara jumlah pati dikalikan dengan faktor konversi sebesar 0,90. Prosedur analisis kadar karbohidrat adalah sebagai berikut :

- Timbang 2 g contoh, tambahkan 50 ml aquades dan aduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 250 ml. Filtrat ini mengandung karbohidrat yang terlarut dan dibuang.

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

Hasil analisis kadar karbohidrat dapat dilihat pada Tabel 10.

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

Tujuan dari penentuan kadar serat adalah untuk mengetahui kandungan serat yang terdapat dalam rumput laut dan garam alginat (*Sargassum polycystum*), baik serat larut air maupun 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 termamyi. Erlenmeyer selanjutnya ditutup dengan alumunium foil dan diinkubasi dalam penangas air pada suhu 100<sup>0</sup> C selama 15 menit

dengan tujuan untuk menghidrolisa pati dengan mengelatinisasikan terlebih dahulu). 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<sup>0</sup> C selama 60 menit. Ditambahkan 20 ml air destilat 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<sup>0</sup> C selama 60 menit pH diatur 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 2x 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<sup>0</sup>C sampai mencapai berat konstant (semalam). Timbang setelah didinginkan dalam desikator (D1). Pengabuan pada suhu 550<sup>0</sup>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<sup>0</sup>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<sup>0</sup>C selama semalam. Timbang setelah didinginkan dalam desikator (D2). Pengabuan dalam tanur pada suhu 550<sup>0</sup>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 penentuan kadar serat dapat dilihat pada Tabel 9.

#### **3.4.10 Jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus dan berat feses tikus**

Tujuan dari penentuan jumlah ransum yang dikonsumsi, berat badan tikus dan berat feses tikus untuk mengetahui jumlah ransum yang dikonsumsi oleh tikus setiap harinya, untuk mengetahui penambahan atau penurunan berat badan tikus selama perlakuan dan untuk mengetahui jumlah feses yang dikeluarkan oleh tikus setiap harinya. Prinsip pemberian ransum pakan adalah berdasarkan prosentase berat badan tikus. Menurut Wasito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus. Ransum pakan diberikan pada tikus secara *ad libitum*. Jumlah ransum yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih ransum yang diberikan dengan sisa ransum yang dimakan oleh tikus.

Untuk berat badan tikus dan berat feses dapat diketahui dengan menimbang tikus dan feses dengan menggunakan timbangan. Menimbang tikus, prinsipnya adalah tikus

dipegang pada bagian dada, telunjuk dan ibu jari diletakkan dibawah rahang, masukkan ke dalam timbangan dan catat beratnya. Berat badan tikus dihitung tiap 3 hari sekali.

Hasil penentuan jumlah ransum yang dikonsumsi dapat dilihat pada Tabel 12, berat badan pada Tabel 14 dan jumlah feses pada Tabel 16.

#### 3.4.11 Kekuatan Gel

Tujuan dari penentuan kekuatan gel yaitu untuk mengetahui besarnya kekuatan gel pada alginat (*Sargassum polycystum*). Alginat sebanyak 0,8 gram, KCl 0,08 gram didispersikan ke dalam 39 ml aquades dan dipanaskan dalam waterbath dengan pengadukan secara teratur sampai suhu 80°C, kemudian volume larutan ditetapkan menjadi 50 ml dengan menambahkan aquades. Selama larutan masih panas, dimasukkan ke dalam cetakan yang berdiameter 64 cm dan dibiarkan pada suhu 108 °C selama 2 jam. Gel yang berbentuk dalam cetakan dikeluarkan dan siap untuk diukur gelnya dengan *Lloyd instrument*.

Cara kerjanya *Lloyd instrument* adalah sebagai berikut : jarum *Lloyd instrument* dipasang kemudian sampel diletakkan pada dasar *Lloyd instrument* (tempat sampel), jarum *Lloyd instrument* dinolkan dan waktu untuk mengukur ditentukan selama 10 detik lalu tekan tombol *Lloyd instrument* siap bekerja. Satuan dari hasil analisis kekuatan gel menggunakan *Lloyd instrument* adalah Newton (N). Untuk hasil analisis kekuatan gel dapat dilihat dengan jelas pada Tabel 11.

#### 3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dianalisis lebih lanjut dengan uji Tukey HSD (SPSS versi 13)

yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang terjadi diantara faktor perlakuan dengan yang digunakan beserta interaksinya.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Komposisi gizi

#### 4.1.1 Garam alginat *Sargassum polycystum*

Analisis proksimat garam alginat *Sargassum polycystum* dilakukan untuk mengetahui nilai gizi dari rumput laut tersebut yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat. Hasil dari analisis proksimat disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis proksimat garam alginat *Sargassum polycystum*

Parameter uji	Garam alginat (dalam %)		
	Na	K	Ca
Kadar air	10,55±0,62	14,23±0,13	8,24±0,79
Kadar abu	39,73±0,23	29,04±0,54	35,64±0,65
Protein	6,35±0,93	17,1±0,16	17,17±0,48
Lemak	1,13±0,48	0,05±0,58	0,05±0,58
Karbohidrat	42,24±0,45	39,58±1,61	38,90±0,78

Standar mutu untuk alginat dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini

Tabel 8. Standar mutu internasional natrium alginat

Karakteristik	Natrium alginat
Kemurnian	90,8-106 %
Kadar As	< 3 ppm
Kadar Pb	< 10 ppm
Kadar logam berat	< 0,004 %
Kadar abu	18-27 %
Kadar air	< 15 %

Sumber : Anggadireja et al (2006)

Pada penelitian ini dilakukan analisis proksimat dari alginat untuk mengetahui standart mutu (kualitas) dari alginat tersebut yang digunakan sebagai sumber serat pada penelitian. Hasil analisis proksimat didapatkan menunjukkan bahwa alginat berada kisaran yang sesuai dengan standar mutu internasional alginat kecuali kadar abu. Kadar abu pada alginat lebih tinggi dibandingkan standar internasional . Hal

ini disebabkan adanya perlakuan alkali pada ekstraksi alginat yaitu dengan menambahkan  $\text{NaCO}_3$ , dan  $\text{KCO}_3$  yang bersifat teknis. Peningkatan kadar abu ini disebabkan karena adanya tambahan unsur mineral dari luar bahan kimia yang digunakan sebagai bahan pengekstrak sehingga menyebabkan kadar abu semakin tinggi. Menurut Sudarmadji, *et al* (1984) kadar abu suatu bahan berhubungan dengan kandungan mineral dari suatu bahan. Penambahan mineral dari luar menyebabkan kadar abu dalam suatu bahan meningkat

Dalam penelitian ini juga dilakukan analisis serat makanan (*Dietary Fiber*) dari rumput laut *Sargassum polycystum* dan alginat sebagai serat alami yang akan diberikan. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil analisa total serat makanan yang ditunjukkan pada Tabel 9 berikut ini

Tabel 9. Kandungan serat pada *Sargassum polycystum*

Parameter uji	Serat makanan tidak larut	Serat makanan larut	Total
<i>Sargassum polycystum</i>	39,4456±0.27	28,7315±0.09	68,1691±0.36
Na alginat	14,2571±0.26	41,177±0.25	55,435±0.51
K alginat	8,1994±0.11	54,7198±0.84	57.91±8.02
Ca alginat	12,1649±0.07	41,9975±0.48	54,1624±0.55

Dari analisis serat makanan total didapatkan nilai tertinggi pada bentuk rumput laut yaitu sebesar 68,1691%. Setelah mengalami proses ekstraksi serat makanan mengalami penurunan. Menurut Muchtadi (2001), kadar serat pangan akan mengalami penurunan setelah mengalami pemasakan baik itu perebusan, maupun pengukusan. Jika dibandingkan dengan serat makanan yang terdapat pada buah-buahan dan sayur-sayuran, serat makanan pada rumput laut ini tergolong tinggi dan dapat dikategorikan sebagai sumber serat makanan tinggi. Kisaran serat makanan pada buah-buahan 0.6-8.2% sedangkan untuk sayur-sayuran berkisar antara 0.5-11.5% (Winarsi, 2001). Komposisi

utama dari rumput laut adalah karbohidrat yang merupakan sumber bahan pangan yang mengandung polisakarida (Winarno, 1996). Polisakarida merupakan polimer-polimer berantai lurus atau bercabang. Polisakarida diantaranya gum dan pektin yang tidak dapat dicerna oleh tubuh merupakan serat-serat (dietary fiber) yang dapat menstimulasi enzim-enzim pencernaan (Winarno, 1997). Terdapat bukti bahwa gum dan pektin merupakan komponen serat makanan yang efektif dalam menurunkan kadar kolesterol (Muchtadi, 2001).

#### 4.1.2 Ransum pakan tikus

Ransum pakan tikus juga dianalisis proksimat untuk mengetahui nilai gizi yang terkandung didalamnya. Analisis proksimat ini meliputi kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat. Hasil analisis proksimat disajikan pada Tabel 10 berikut ini

Tabel 10 . Hasil analisis proksimat ransum pakan tikus

Perlakuan	Parameter Uji				
	Air (%/2g)	Abu (%/1g)	Lemak (%/5g)	Protein (%/1g)	Karbohidrat <i>by different</i> (%)
Ransum Standar	9,20±0,33	5,05±0,81	4,99±0,81	21,01±0,86	59,75±0,42
Ransum Berkolesterol	9,10±0,16	5,03±0,38	24,10±0,89	20,82±0,71	40,95±1,06
Ransum Na 7,5%	9,02±0,65	5,16±0,89	4,09±0,69	20,25±0,30	61,48±0,21
Ransum Na 12,5%	9,08±0,37	5,30±0,07	4,12±0,52	19,39±0,45	62,14±0,37
Ransum K 7,5%	9,19±0,47	5,23±0,93	4,30±0,21	20,32±0,38	60,96±0,69
Ransum K 12,5%	9,80±0,18	5,67±0,31	4,13±0,37	20,09±0,24	60,31±0,71
Ransum Ca 7,5%	9,06±0,21	5,26±0,45	4,41±0,81	20,78±0,23	60,49±1,13
Ransum Ca 12,5%	9,04±0,20	5,80±0,30	4,12±0,45	19,76±0,18	61,28±0,79

Dari hasil analisis proksimat ransum pakan tersebut dapat diketahui nilai kadar air, abu, protein dan karbohidrat tidak jauh berbeda, tetapi kadar lemak pada ransum berkolesterol jauh lebih tinggi dibandingkan ransum pakan yang lain. Hal ini terjadi karena ada penambahan lemak sapi jenuh sebanyak 20% untuk meningkatkan kadar

kolesterol dalam darah tikus percobaan hingga mencapai hiperkolesterol. Keadaan hiperkolesterol dapat dicapai dalam enam hari setelah mengkonsumsi ransum berkolesterol.

#### 4.2 Kekuatan gel

Ada empat faktor yang mempengaruhi pembentukan gel alginat yaitu proporsi poliguluronat dan polimanuronat yang menyusun alginat, jumlah ion  $\text{Ca}^{2+}$ , pH dan lamanya waktu gelasi. Alginat berikatan dengan kation divalen dan trivalent akan membentuk gel pada suhu kamar sampai  $100^{\circ}\text{C}$ , gel ini dapat mencair lagi karena pemanasan. Mekanisme pembentukan gel ini berdasarkan reaksi intramolekul dan intermolekul dengan kekuatan gel yang dihasilkan akan meningkat bersamaan dengan lamanya waktu gelasi (Nafii, 2001). Pada konsentrasi tertentu larutan alginat akan menjadi gel bila asam atau logam-logam polivalen ditambahkan natrium, kalium atau ammonium alginat. Kemampuan alginat membentuk gel secara reaksi dengan kalsium merupakan sifat yang penting. Biasanya sumber kalsium adalah kalsium karbonat, kalsium sulfat, kalsium klorida, kalsium fosfat atau kalsium tertrat. Baik kecepatan pembentukan gel maupun kualitas dan tekstur gel dapat dikontrol melalui kelarutan dan kegunaan dari sumber kalsium tersebut (Riyantini, 1990). Hasil analisis kekuatan gel dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil analisis kekuatan gel

No.	Sampel	Kekuatan gel (N)
1.	Na alginat	1.526
2.	K alginat	3.433
3.	Ca alginat	0.7629

Berdasarkan keberadaannya dalam tabel unsur periodik, K mempunyai sifat kebasaaan yang lebih kuat daripada Na dan Ca. Nilai pH atau asam sangat mempengaruhi kekuatan gel, dimana semakin kecil nilai pH maka kekuatan gel semakin lemah. Sebaliknya semakin tinggi pH atau basa, semakin tinggi pula kekuatan gel. Hal ini sesuai dengan hasil analisis kekuatan gel alginat, dimana kekuatan gel bentuk garam K alginat lebih tinggi dibanding kekuatan gel bentuk garam Na alginat dan Ca alginat. Natrium dan Kalium merupakan logam alkali golongan IA yang membentuk basa-basa kuat, sedangkan Calsium merupakan logam golongan IIA yang sulit larut air sehingga sering disebut logam alkali tanah.

### **4.3 Pengaruh penambahan alginat terhadap pertumbuhan**

#### **4.3.1 Jumlah konsumsi ransum pakan**

Pemberian pakan dilakukan secara *ad libitum* (dimana tikus bebas untuk makan tanpa batasan). Jumlah konsumsi dapat diketahui dengan mengurangi jumlah ransum pakan awal dengan jumlah ransum pakan sisa. Penghitungan jumlah ransum yang dikonsumsi tikus dihitung setiap hari selama 18 hari. Banyaknya jumlah konsumsi tikus percobaan dapat dilihat pada lampiran 4. Sedangkan data rata-rata jumlah konsumsi dapat dilihat pada Tabel 12

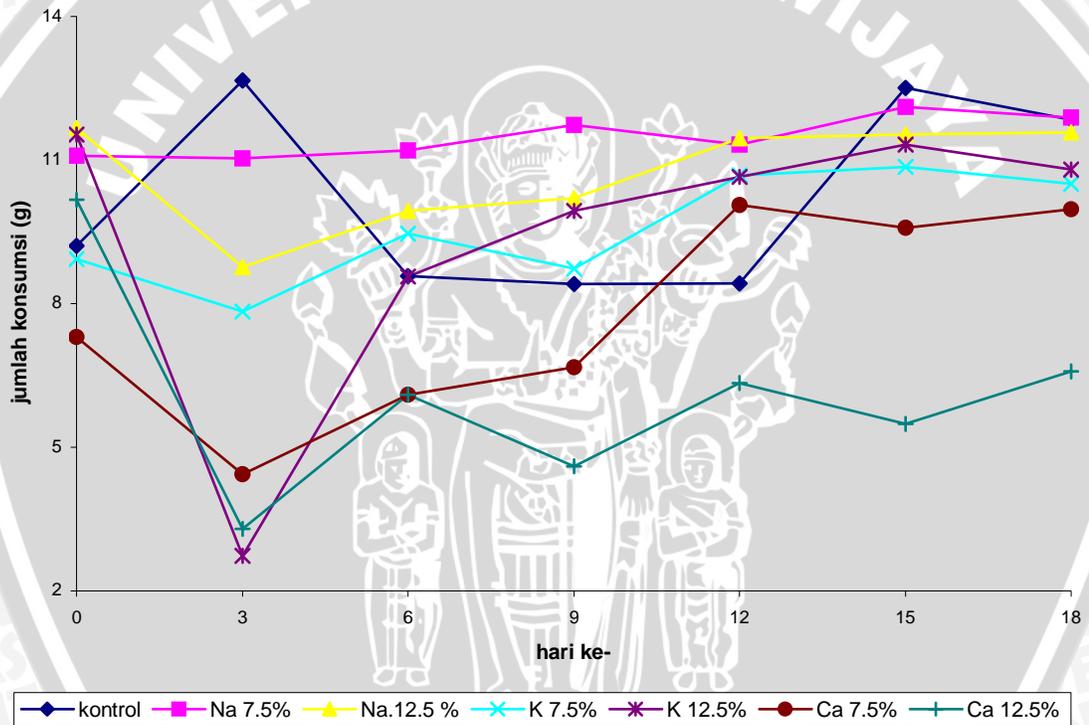
Tabel 12. Pengaruh pemberian alginat *Sargassum polycystum* terhadap jumlah konsumsi (g)

Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	9.20±0.15	12.66±0.52	8.58±0.99	8.41±0.37	8.42±0.35	12.51±0.53	11.84±1.51
Na 7.5%	11.09±3.20	11.03±1.18	11.20±1.40	11.73±1.72	11.32±1.05	12.11±0.47	11.88±1.46
Na.12.5 %	11.67±3.36	8.77±2.35	9.93±1.93	10.20±2.14	11.46±0.21	11.53±0.39	11.58±0.13
K 0%	9.20±0.15	12.66±0.52	8.58±0.99	8.41±0.37	8.42±0.35	12.51±0.53	11.84±1.51
K 7.5%	8.93±4.21	7.83±1.86	9.47±1.44	8.73±1.14	10.68±0.97	10.86±0.75	10.50±1.87
K 12.5%	11.53±1.15	2.73±1.86	8.57±3.29	9.93±0.38	10.64±0.45	11.32±0.98	10.80±1.35
Ca 0%	9.20±0.15	12.66±0.52	8.58±0.99	8.41±0.37	8.42±0.35	12.51±0.53	11.84±1.51
Ca 7.5%	7.30±5.41	4.43±4.51	6.10±3.60	6.67±3.04	10.06±1.45	9.59±1.04	9.97±0.62
Ca 12.5%	10.17±1.36	3.30±2.80	6.10±2.69	4.60±1.21	6.34±2.82	5.49±1.53	6.58±0.45

Berdasarkan Tabel 12, terlihat bahwa keseluruhan jumlah konsumsi tikus cukup tinggi. Menurut NRC (1978), rata-rata jumlah konsumsi untuk tikus (*Rattus norvegicus*) setiap harinya adalah 10-15 g. Sedangkan menurut Warsito (1992), konsumsi pakan untuk tikus adalah 5% dari berat badan tikus, dimana berat badan tikus berkisar antara 195,6-235,2 g. Sehingga dari hasil penelitian didapatkan jumlah konsumsi yang sesuai jika dibandingkan dengan literatur.

Dari hasil analisis statistik (Lampiran 4), menunjukkan bahwa jenis ransum perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus ( $p < 0.05$ ), sedangkan konsentrasi pemberian garam alginat memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus ( $p < 0,05$ ). Jumlah konsumsi ransum pakan tikus dipengaruhi oleh jenis garam alginat dan konsentrasi. Terjadi interaksi antara garam alkali dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus ( $p < 0,05$ ). Dari hasil uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada hari pengamatan, menunjukkan bahwa jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) pada hari ke-3, 6, 9, 15 dan 18, sedangkan pada hari ke-0 dan 12 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p > 0.05$ ). Berdasarkan hasil uji BNJ

pada jenis ransum, bahwa pemberian ransum pakan dengan garam Na alginat, K alginat dan Ca alginat menunjukkan perbedaan yang nyata. Untuk hasil uji BNJ pada konsentrasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antara konsentrasi 0% dengan konsentrasi 7.5% akan tetapi menunjukkan perbedaan yang nyata antara konsentrasi 0% dengan konsentrasi 12.5%. Penambahan konsentrasi dari 7.5% menjadi 12.5% tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Jumlah pakan yang dikonsumsi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengaruh pemberian tepung alginat (*Sargassum polycystum*) dengan garam alkali dan konsentrasi berbeda terhadap jumlah konsumsi

Pada gambar 6, menunjukkan adanya fluktuasi jumlah konsumsi pada tikus percobaan. Pada hari ke-0, 3 dan 6 menunjukkan penurunan jumlah konsumsi ransum pakan tikus diduga hal ini terjadi karena tikus percobaan masih pada tahap penyesuaian terhadap pemberian ransum pakan. Pada hari selanjutnya fluaktuasi tidak menunjukkan

kenaikan dan penurunan yang berarti terhadap jumlah konsumsi ransum pakan. Bentuk ransum sangat mempengaruhi jumlah konsumsi. Jumlah konsumsi bentuk ransum Na alginat dan kontrol lebih banyak dibandingkan dengan K alginat dan Ca alginat. Hal ini terjadi karena bentuk ransum Na alginat dan kontrol lebih mudah dipegang dan tidak rapuh. Sedangkan untuk ransum Ca alginat bentuknya rapuh cenderung serbuk sedangkan untuk K alginat bentuk ransum lebih keras dari Na alginat. Dilihat dari grafik diatas semakin tinggi konsentrasi akan menurunkan jumlah konsumsi. Menurut Muchtadi (2001), bila mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung serat maka akan lebih cepat merasa kenyang.

Untuk data rata-rata jumlah ransum pakan yang dikonsumsi oleh tikus per berat badan tikus setiap 3 hari sekali dapat dilihat pada Tabel 13, sedangkan untuk hasil analisis statistik jumlah ransum pakan yang dikonsumsi oleh tikus per berat badan tikus setiap 3 hari sekali dapat dilihat pada Lampiran 4

Tabel 13. Jumlah ransum pakan yang dikonsumsi tikus per berat badan tikus (g/g BB/ hari)

Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	0.05± 0.001	0.05± 0.013	0.06± 0.012	0.06± 0.004	0.06± 0.009	0.05± 0.008	0.04± 0.006
Na 7.5%	0.05± 0.013	0.04± 0.010	0.04± 0.009	0.05± 0.002	0.05± 0.004	0.04± 0.002	0.05± 0.006
Na.12.5 %	0.05± 0.014	0.05± 0.018	0.04± 0.016	0.04± 0.011	0.04± 0.007	0.05± 0.002	0.04± 0.007
K 0%	0.05± 0.001	0.05± 0.013	0.06± 0.012	0.06± 0.004	0.06± 0.009	0.05± 0.008	0.04± 0.006
K 7.5%	0.04± 0.018	0.04± 0.016	0.04± 0.009	0.04± 0.008	0.04± 0.004	0.04± 0.006	0.04± 0.007
K 12.5%	0.05± 0.004	0.04± 0.028	0.03± 0.026	0.01± 0.008	0.02± 0.014	0.04± 0.020	0.04± 0.014
Ca 0%	0.05± 0.001	0.05± 0.013	0.06± 0.012	0.06± 0.004	0.06± 0.009	0.05± 0.008	0.04± 0.006
Ca 7.5%	0.03± 0.023	0.03± 0.028	0.03± 0.021	0.02± 0.021	0.03± 0.016	0.03± 0.017	0.03± 0.016
Ca 12.5%	0.05± 0.006	0.05± 0.011	0.03± 0.022	0.02± 0.014	0.02± 0.022	0.03± 0.021	0.03± 0.013

Berdasarkan hasil analisis statistik pada (Lampiran 4) menunjukkan bahwa jenis ransum berpengaruh terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus per berat badan tikus ( $p < 0,05$ ), sedangkan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh terhadap jumlah

pakan yang dikonsumsi tikus per berat badan tikus ( $p < 0,05$ ). Terjadi interaksi antara garam alkali dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi tikus per berat badan tikus ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.2 Berat badan

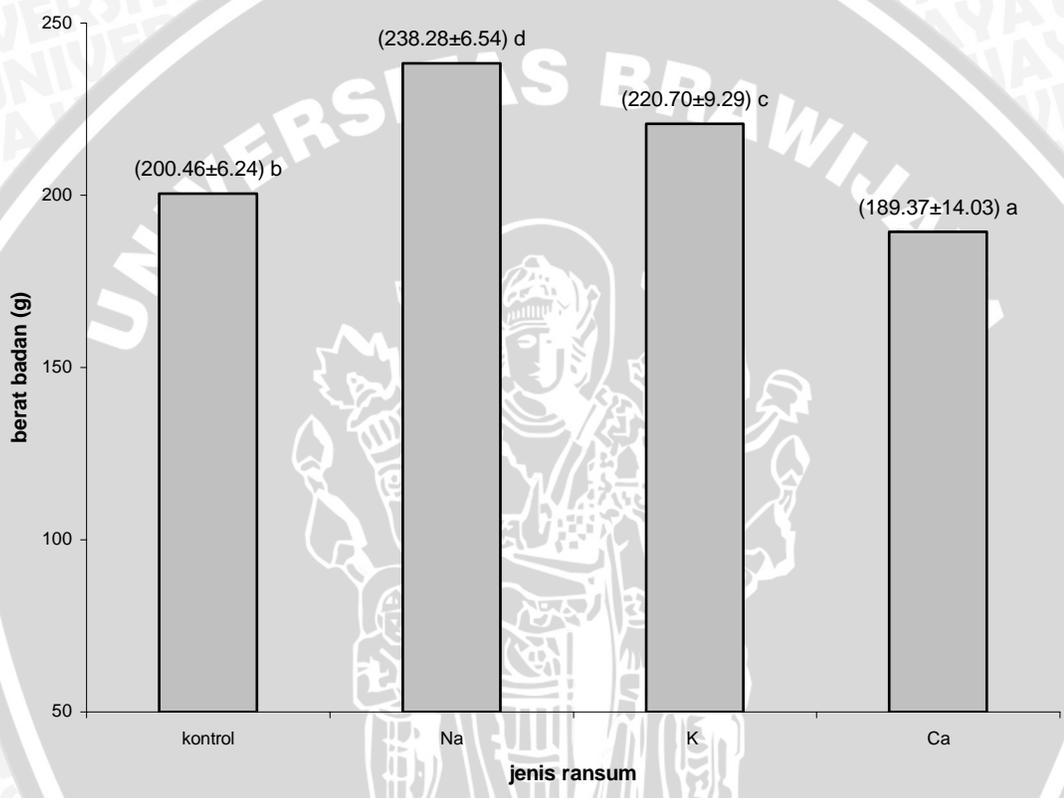
Menimbang tikus, prinsipnya adalah tikus dipegang pada bagian dada, telunjuk dan ibu jari diletakkan dibawah rahang, dimasukkan ke dalam timbangan dan di catat beratnya. Pengukuran berat badan tikus dilakukan untuk mengetahui berat badan tikus setelah diberi ransum perlakuan secara *ad libitum*. Berat badan tikus diukur setiap 3 hari selama 18 hari dan dilakukan sebelum pemberian ransum pakan. Data berat badan tikus dapat dilihat pada Lampiran 5. Sedangkan data rata-rata berat badan dapat dilihat pada Tabel 14

Tabel 14. Rerata berat badan tikus per 3 hari selama perlakuan (g)

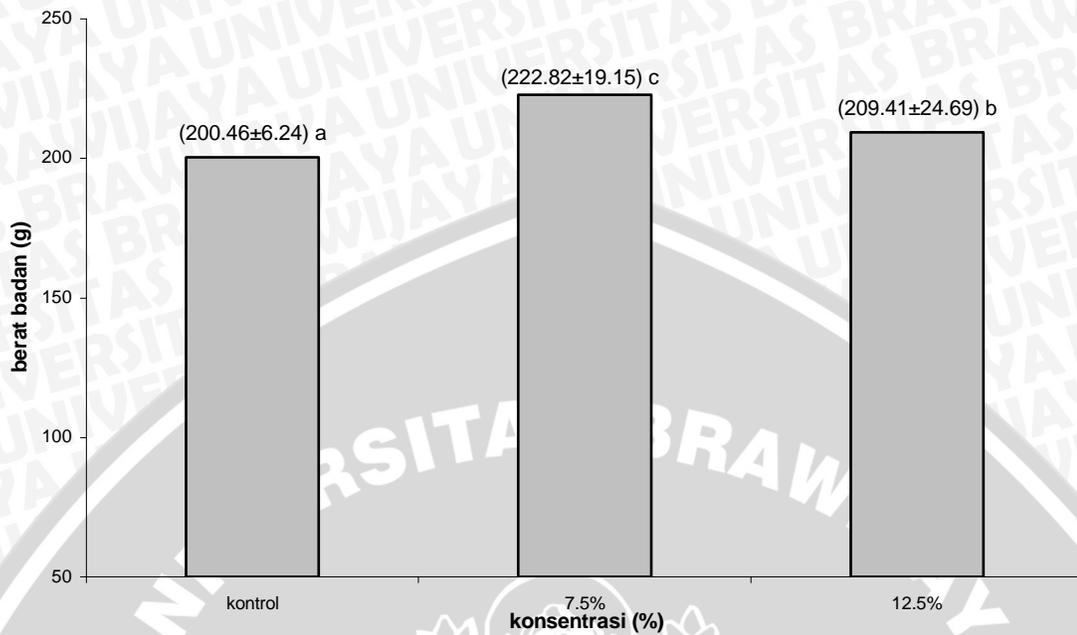
Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	198.43±6.52	196.93±6.10	195.70±6.92	196.80±8.24	197.13±8.61	212.33±10.43	205.87±7.91
Na 7.5%	232.97±9.54	235.20±14.44	241.43±16.87	244.77±17.68	243.97±19.25	248.43±19.37	249.70±22.84
Na 12.5%	229.90±8.41	229.27±14.44	233.17±16.87	234.60±10.70	236.83±5.43	236.03±6.03	239.60±8.03
K 0%	198.43±6.52	196.93±6.10	195.70±6.92	196.80±8.24	197.13±8.61	212.33±10.43	205.87±7.91
K 7.5%	225.03±10.37	221.50±7.73	224.23±6.35	225.47±4.13	231.03±3.81	229.33±3.71	235.63±6.01
K 12.5%	228.70±8.94	208.83±7.73	211.57±14.25	211.67±10.99	205.37±24.03	213.77±14.30	217.70±15.48
Ca 0%	198.43±6.52	196.93±6.10	195.70±6.92	196.80±8.24	197.13±8.61	212.33±10.43	205.87±7.91
Ca 7.5%	204.73±17.76	197.83±15.89	197.10±17.77	195.73±17.64	198.27±16.76	197.40±18.39	199.53±17.81
Ca 12.5%	206.37±7.00	189.33±7.21	184.37±7.11	177.50±6.52	172.57±6.12	166.47±5.40	164.03±3.42

Berdasarkan hasil analisis statistik pada (Lampiran 5) menunjukkan bahwa berat badan tikus hari ke-0 untuk perlakuan dan kontrol berbeda nyata ( $p < 0,05$ ), selanjutnya dilakukan uji BNJ untuk jenis ransum hari ke-0, menunjukkan bahwa berat badan tikus hari ke-0 yang diberi ransum Ca alginat berbeda nyata dengan tikus yang diberi garam

K alginat dan Na alginat akan tetapi tidak berbeda nyata dengan K alginat dan Na alginat. Uji BNJ untuk konsentrasi yang berbeda hari ke-0, menunjukkan bahwa konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 7.5% dan 12.5% akan tetapi penambahan konsentrasi dari 7.5% menjadi 12.5% tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 berikut ini

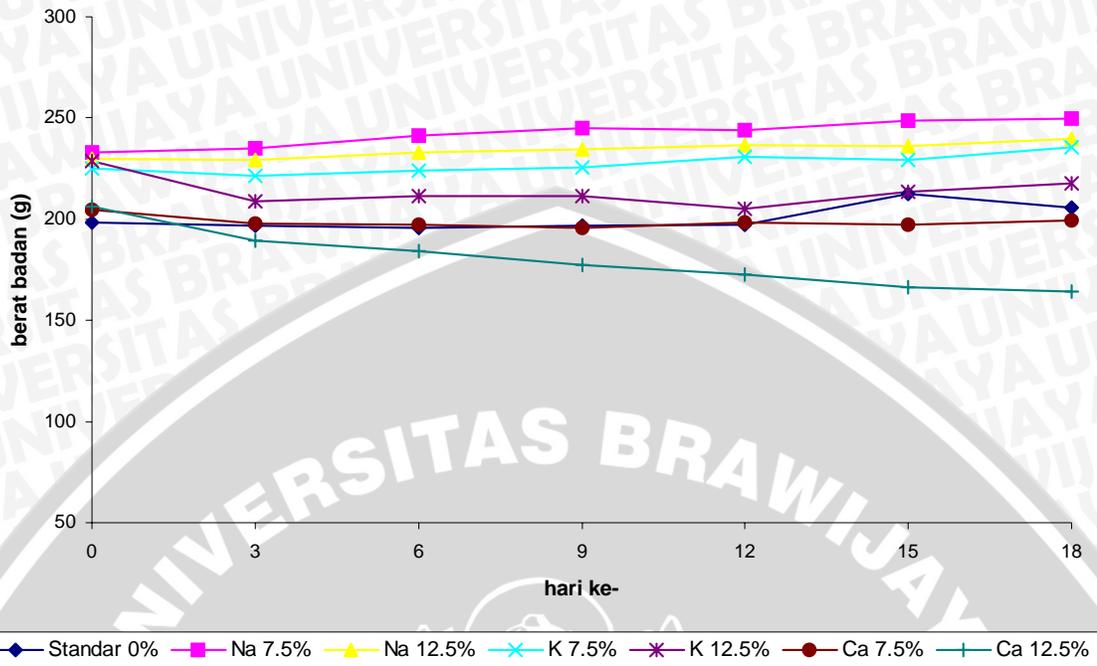


Gambar 7. Berat badan pada hari ke-0 berdasarkan jenis ransum



Gambar 8. Berat badan pada hari ke-0 berdasarkan konsentrasi

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 5) menunjukkan bahwa jenis ransum berpengaruh nyata terhadap berat badan tikus ( $p < 0.05$ ), sedangkan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh nyata terhadap berat badan tikus ( $p < 0,05$ ), terjadi interaksi antara jenis ransum dengan konsentrasi terhadap berat badan tikus ( $p < 0,05$ ). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini



Gambar 9. Grafik pengaruh pemberian garam alginat (*Sargassum polycystum*) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap berat badan tikus.

Dari grafik diatas dapat dilihat perkembangan berat badan tikus pada tiap perlakuan dan konsentrasi yang berbeda. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa berat badan tikus tertinggi terdapat pada tikus yang diberi perlakuan ransum yang ditambahkan garam Na alginat konsentrasi 7,5% dan berat badan terendah terdapat pada tikus yang diberi perlakuan ransum Ca alginat konsentrasi 12.5%. Jika dihubungkan dengan jumlah konsumsi dapat diketahui bahwa bentuk ransum sangat mempengaruhi berat badan. Jumlah konsumsi bentuk ransum Na alginat dan kontrol lebih banyak dibandingkan dengan K alginat dan Ca alginat. Hal ini terjadi karena bentuk ransum Na alginat dan kontrol lebih mudah dipegang dan tidak rapuh. Sedangkan untuk ransum Ca alginat bentuknya rapuh cenderung serbuk sedangkan untuk K alginat bentuk ransum lebih keras dari Na alginat. Jika jumlah konsumsi sedikit maka terjadi penurunan berat

badan. Pada konsentrasi yang lebih tinggi terjadi penurunan berat badan yang lebih besar. Adanya serat pangan mengakibatkan penyerapan zat-zat gizi dihalangi, sehingga jumlah yang akan diasorpsi menjadi energi berkurang (Muchtadi, 2001).

Untuk hasil uji BNJ pada perlakuan jenis ransum, bahwa perbedaan garam alkali menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap berat badan tikus. Berdasarkan hasil uji BNJ pada konsentrasi menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap berat badan tikus. Penambahan konsentrasi juga menunjukkan perbedaan yang nyata dengan berat badan tikus standar 0%.

Menurut Effendie (1997), laju pertumbuhan relatif adalah panjang/bobot yang dicapai dalam suatu periode tertentu yang dibandingkan dengan panjang /bobot tubuh awal periode. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan relatif adalah jumlah pakan yang tersedia, ukuran/berat awal, dan jumlah pakan yang dikonsumsi. Data laju perkembangan berat badan tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 15, sedangkan untuk laju perkembangan berat badan tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 13. Menurut Sitompul dan Bambang.G (1995), laju pertumbuhan relatif berat badan tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$LPA = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan :

$W_2$  = Berat badan pada hari ke-x

$W_1$  = Berat badan pada hari sebelumnya

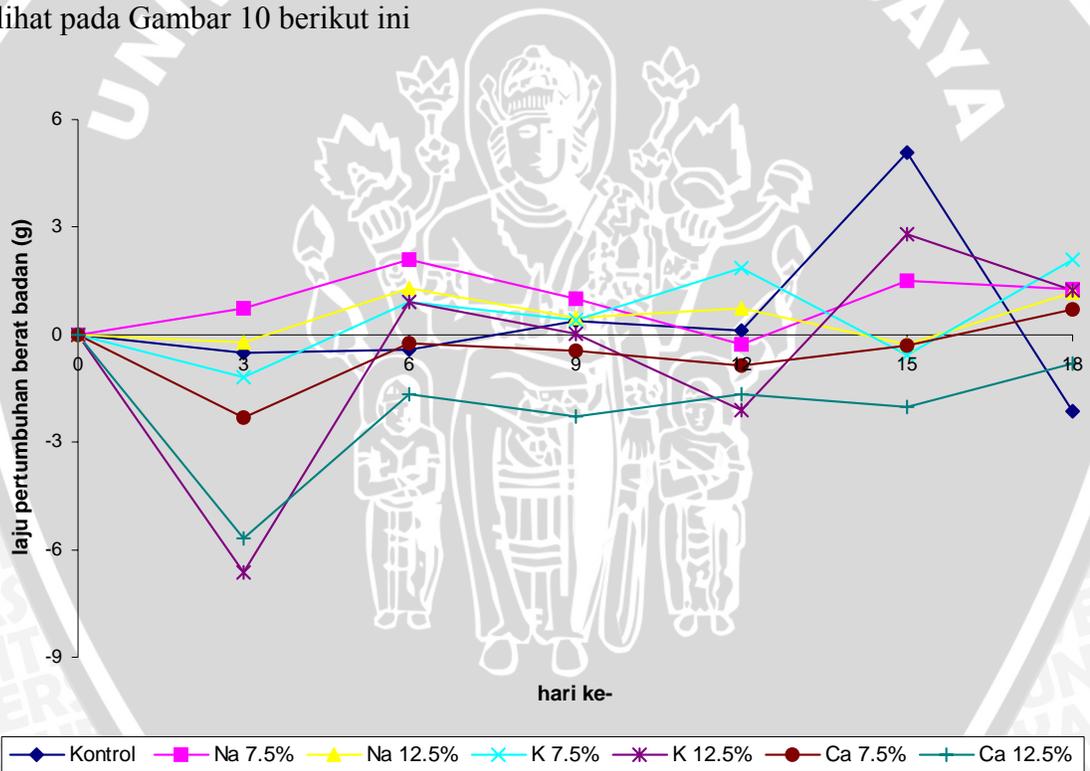
$t_2$  = Hari ke-x

$t_1$  = Hari sebelumnya

Tabel 15. Laju pertumbuhan berat badan tikus per 3 hari (g/hari)

Hari ke-	Perlakuan						
	Standar 0%	Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-0.50	0.74	-0.21	-1.18	-6.62	-2.30	-5.68
6	-0.41	2.08	1.30	0.91	0.91	-0.24	-1.65
9	0.37	1.00	0.48	0.41	0.03	-0.46	-2.29
12	0.11	-0.27	0.74	1.85	-2.10	-0.85	-1.67
15	5.07	1.49	-0.27	-0.57	2.80	-0.29	-2.03
18	-2.15	1.27	1.19	2.10	1.25	0.71	-0.81

Untuk mengetahui laju pertumbuhan berat badan tikus lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini



Gambar 10. Grafik pengaruh pemberian jenis ransum dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan berat badan tikus.

Dilihat dari gambar diatas terjadi penurunan berat badan tertinggi pada garam Ca alginat 12.5% sekitar 2.02g/hari, garam K alginat 12.5% sekitar 0.53 g/hari, dan garam Ca alginat 7.5% skitar 0.49 g/hari. Sedangkan kenaikan berat badan tertinggi pada garam

Na alginat sekitar 0.90 g/hari, garam K alginat 7.5% sekitar 0.50 g/hari, Na 12.5% sekitar 0.46 g/hari dan tikus kontrol sekitar 0.36 g/hari. Serat makanan tidak diserap oleh usus, oleh sebab itu tidak memberikan kalori bagi tubuh. Dengan demikian pada individu yang melakukan diet tinggi serat makanan akan menurunkan berat badan dan menghindarkan kegemukan (Winarsi, 2001).

#### 4.2.3 Berat feses

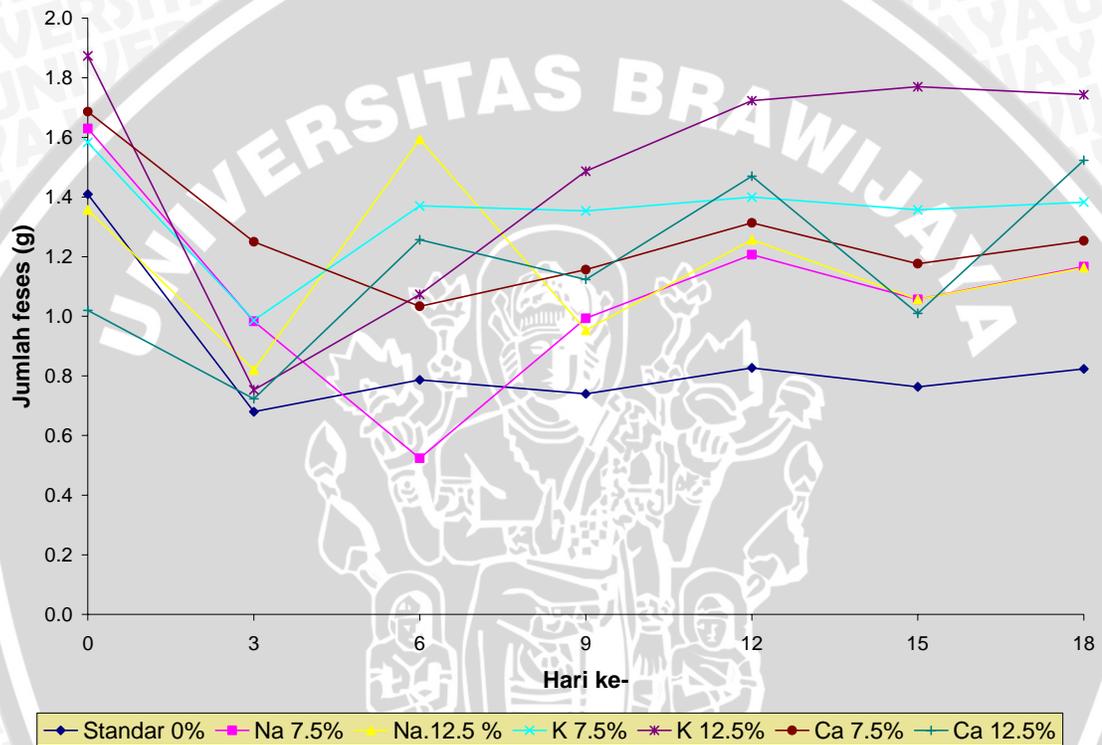
Penghitungan berat feses tikus percobaan dilakukan untuk mengetahui peranan serat alginat terhadap banyaknya feses yang dikeluarkan oleh tikus. Berat feses ini dihitung dengan mengeringkan feses dibawah sinar matahari terlebih dahulu sampai kering kemudian ditimbang. Feses tikus ditimbang tiap hari selama tikus diberi ransum perlakuan. Data berat feses tikus dapat dilihat pada Lampiran 6. Untuk lebih jelasnya data rerata berat feses yang dikeluarkan tikus terdapat pada Tabel 16 berikut

Tabel 16. Data rerata berat feses yang dikeluarkan tikus (g)

Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	1.41±0.25	1.14±0.37	1.52±0.49	1.35±0.33	1.34±0.39	1.40±0.40	1.36±0.38
Na 7.5%	0.68±0.15	0.98±0.34	0.52±0.19	0.99±0.54	1.21±0.30	1.06±0.22	1.17±0.11
Na.12.5 %	0.79±0.04	0.82±0.10	1.59±0.55	0.95±0.30	1.26±0.05	1.06±0.26	1.16±0.13
K 0%	1.41±0.25	1.14±0.37	1.52±0.49	1.35±0.33	1.34±0.39	1.40±0.40	1.36±0.38
K 7.5%	0.74±0.07	0.99±0.16	1.37±0.55	1.35±0.36	1.40±0.09	1.36±0.15	1.38±0.01
K 12.5%	0.83±0.08	0.75±0.36	1.07±0.66	1.49±0.17	1.72±0.21	1.77±0.20	1.74±0.13
Ca 0%	1.41±0.25	1.14±0.37	1.52±0.49	1.35±0.33	1.34±0.39	1.40±0.40	1.36±0.38
Ca 7.5%	0.76±0.10	1.25±0.55	1.03±0.45	1.16±0.60	1.31±0.08	1.18±0.30	1.25±0.12
Ca 12.5%	0.82±0.13	0.72±0.25	1.26±0.29	1.12±0.43	1.47±0.56	1.01±0.11	1.52±0.27

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 6) menunjukkan bahwa jenis ransum perlakuan berpengaruh nyata terhadap berat feses yang dikeluarkan tikus ( $p < 0.05$ ), sedangkan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh nyata terhadap jumlah

feses tikus ( $p < 0,05$ ) dan terjadi interaksi antara jenis ransum perlakuan dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap berat feses tikus ( $p < 0,05$ ). Hasil uji BNJ pada hari pengamatan menunjukkan jumlah feses tikus berbeda nyata hari yang ke-0, 3, 12 dan 18, sedangkan hari ke 6, 9 dan 15 tidak beda nyata. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pada Gambar 11



Gambar 11. Pengaruh pemberian ransum perlakuan terhadap berat feses tikus.

Grafik diatas menunjukkan bahwa berat feses setelah pemberian ransum garam alginat mengalami fluktuasi dan kecendrungan meningkat. Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa berat feses tikus yang diberi Ca alginat tidak berbeda nyata dengan tikus yang diberi garam Na alginat maupun K alginat. Berat feses yang diberi perlakuan dengan garam Na alginat berbeda nyata dengan pemberian garam K alginat. Pemberian ransum garam alginat cenderung meningkatkan berat feses tikus, meskipun penambahan

konsentrasi 7,5% menjadi 12,5% tidak banyak berbeda akan tetapi dengan semakin tingginya pakan yang dikonsumsi dan konsentrasi yang tinggi akan meningkatkan berat feses yang dikeluarkan tikus kecuali pada pemberian ransum Ca alginat 12.5%, berat feses yang dikeluarkan lebih sedikit. Hal ini terjadi karena jumlah konsumsi untuk ransum Ca alginat 12.5% lebih sedikit. Jumlah konsumsi lebih sedikit diakibatkan bentuk ransum dari Ca alginat 12.5% sangat rapuh dan sulit untuk dipegang sehingga tidak disukai oleh tikus percobaan. Menurut Suhardjo dan Kusharto (2000), serat merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna, tetapi mempunyai fungsi yang penting bagi kesehatan yaitu mengatur peristaltik usus (memungkinkan terjadinya gerakan usus yang teratur) dan mencegah terjadinya *konstipasi* (sulit buang air besar), karena serat memberi muatan atau pemberat pada sisa-sisa makanan pada bagian usus besar. Aebi *et al* (1981), menambahkan bahwa serat makanan setelah masuk usus memiliki sifat dapat mengikat air sehingga menyebabkan sisa makanan menjadi berat dan lunak, mempercepat gerak peristaltik usus dengan begitu proses buang air menjadi lancar dan volume feses meningkat.

Untuk data rata-rata berat feses tikus per berat badan tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Tabel 17, sedangkan untuk hasil analisis statistik berat feses tikus per berat badan tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 17. Berat feses tikus per berat badan tikus (g/g BB / hari)

Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	0.007±0.0013	0.007±0.0008	0.004±0.0002	0.004±0.0005	0.004±0.0006	0.004±0.0006	0.004±0.0006
Na 7.5%	0.007±0.0025	0.004±0.0014	0.002±0.0007	0.004±0.0014	0.005±0.0012	0.004±0.0007	0.005±0.0005
Na.12.5 %	0.006±0.0016	0.004±0.0005	0.007±0.0019	0.004±0.0005	0.005±0.0001	0.004±0.0010	0.005±0.0007
K 0%	0.007±0.0013	0.007±0.0008	0.004±0.0002	0.004±0.0005	0.004±0.0006	0.004±0.0006	0.004±0.0006
K 7.5%	0.007±0.0008	0.004±0.0009	0.005±0.0021	0.007±0.0009	0.006±0.0003	0.006±0.0006	0.006±0.0002
K 12.5%	0.008±0.0023	0.004±0.0016	0.005±0.0026	0.007±0.0016	0.008±0.0011	0.008±0.0009	0.008±0.0002
Ca 0%	0.007±0.0013	0.007±0.0008	0.004±0.0002	0.004±0.0005	0.004±0.0006	0.004±0.0006	0.004±0.0006
Ca 7.5%	0.008±0.0053	0.006±0.0023	0.005±0.0024	0.006±0.0023	0.007±0.0008	0.006±0.0014	0.006±0.0011
Ca 12.5%	0.005±0.0008	0.004±0.0013	0.007±0.0015	0.006±0.0013	0.092±0.0032	0.006±0.0008	0.009±0.0018

Berdasarkan hasil analisis statistik pada (Lampiran 6) menunjukkan bahwa jenis ransum perlakuan berpengaruh nyata terhadap berat feses yang dikeluarkan tikus ( $p < 0.05$ ), sedangkan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh nyata terhadap jumlah feses tikus ( $p < 0,05$ ) dan terjadi interaksi antara jenis ransum perlakuan dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap berat feses tikus ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. Pengaruh rumput laut terhadap kadar lipid darah

#### 4.3.1 Kolesterol darah

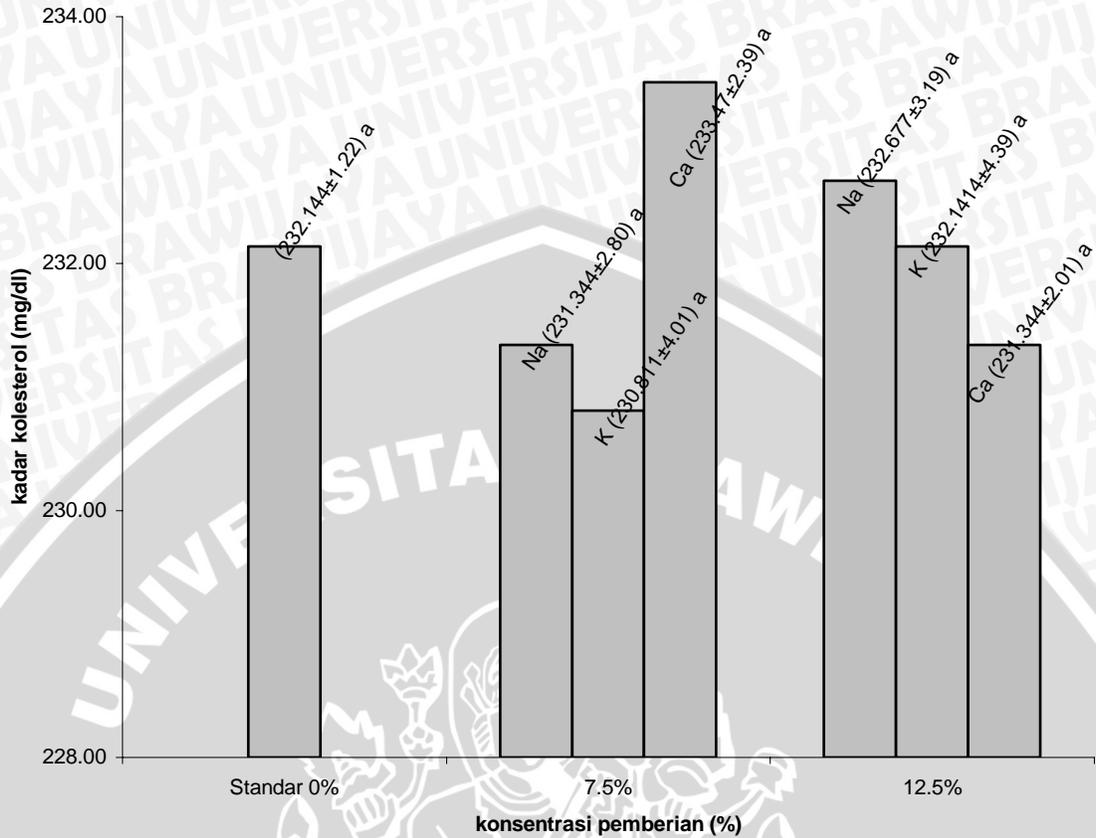
Kolesterol adalah lemak yang berwarna kekuningan dan berupa seperti lilin yang diproduksi oleh tubuh (terutama didalam liver), sebagai pembentuk hormon steroid dan asam empedu yang berguna untuk metabolisme lemak (Heslet, 2004). Kolesterol darah tikus dianalisis setiap 3 hari sekali selama 18 hari masa pemberian ransum perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsumsi garam Na, K dan Ca alginat (*Sargassum polycystum*) sebagai sumber serat larut terhadap kadar kolesterol darah tikus. Data nilai kolesterol darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 7. Data rerata kolesterol dapat dilihat pada Tabel 18 berikut ini

Tabel 18. Data rerata kolesterol darah tikus (mg/dl)

Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	232.14±1.22	234.00±1.22	235.32±1.22	233.47±0.80	234.53±1.22	234.53±0.92	234.53±0.46
Na 7.5%	231.34±2.80	228.15±2.80	198.67±3.59	170.52±2.11	150.60±2.11	145.82±2.11	135.19±1.22
Na.12.5 %	232.67±3.19	222.31±3.19	171.31±4.22	128.55±1.22	111.82±1.22	107.04±1.22	101.73±1.22
K 0%	232.14±1.22	234.00±1.22	235.32±1.22	233.47±0.80	234.53±1.22	234.53±0.92	234.53±0.46
K 7.5%	230.81±4.01	222.84±4.01	193.09±5.12	157.24±1.22	133.33±1.22	129.35±1.22	122.44±2.01
K 12.5%	232.14±4.39	220.19±4.39	186.19±4.67	150.07±1.22	132.54±1.22	127.76±1.22	122.18±1.22
Ca 0%	232.14±1.22	234.00±1.22	235.32±1.22	233.47±0.80	234.53±1.22	234.53±0.92	234.53±0.46
Ca 7.5%	233.47±2.39	211.16±2.39	170.52±3.65	123.51±0.80	100.40±0.80	99.60±0.80	98.01±0.00
Ca 12.5%	231.34±2.01	215.41±3.74	152.99±3.65	104.91±1.22	96.95±1.22	97.74±1.22	99.07±0.46
Normal £ 140 mg/dl*							

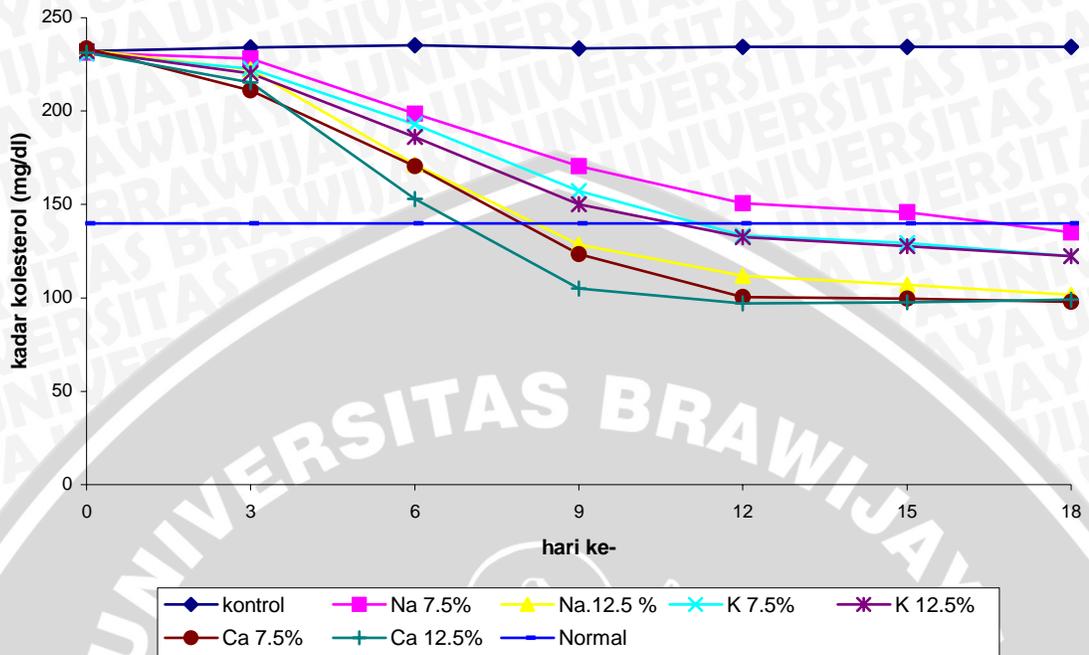
Keterangan : \* Kolesterol darah tikus normal (Kritchevsky, 1964).

Berdasarkan hasil analisis statistik pada (Lampiran 7) menunjukkan bahwa kadar kolesterol tikus hari ke-0 untuk perlakuan dan kontrol tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ), selanjutnya dilakukan uji BNJ pada kadar kolesterol hari ke-0 dengan  $\alpha=0,05$ , menunjukkan bahwa kadar kolesterol tikus kontrol pada hari ke-0 tidak berbeda nyata dengan kadar kolesterol tikus perlakuan hari ke-0. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap kadar kolesterol tikus pada hari ke-0

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 7) menunjukkan bahwa jenis ransum berpengaruh nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ), dan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ) dan terjadi interaksi antara jenis ransum dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ). Berdasarkan hasil uji BNJ pada hari pengamatan, bahwa penurunan kadar kolesterol darah tikus yang berbeda nyata terjadi dari ke-0 sampai hari ke-18. Untuk faktor alkali dan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap kadar kolesterol darah dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik pengaruh pemberian garam alginat dan konsentrasi yang berbeda terhadap berat kadar kolesterol darah tikus

Berdasarkan grafik diatas, kadar kolesterol darah tikus perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar kolesterol darah tikus standar 0%. Nilai kadar kolesterol darah tikus perlakuan terendah diperoleh tikus perlakuan yang diberi ransum garam Ca alginat berbeda nyata dengan tikus perlakuan yang diberi ransum garam Na alginat dan K alginat. Nilai kadar kolesterol darah tikus menunjukkan perbedaan yang nyata antara standar 0%, konsentrasi 7,5% dan konsentrasi 12,5%. Nilai kadar kolesterol darah tikus terendah diperoleh dari konsentrasi 12,5%.

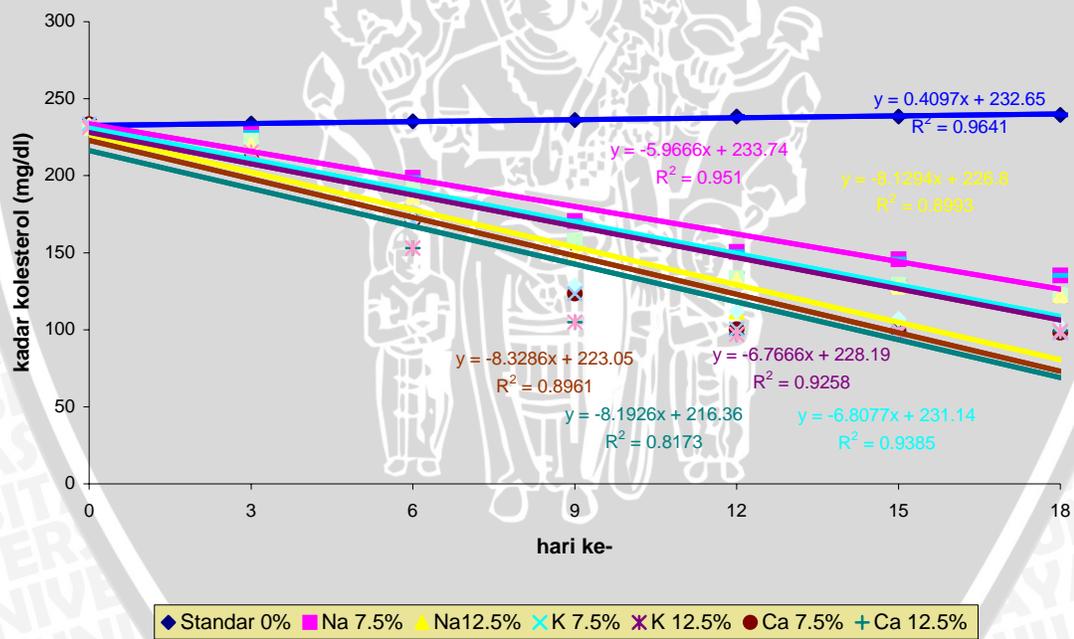
Kadar kolesterol darah tikus pada perlakuan standar 0%, pemberian ransum garam K alginat, Na alginat dan Ca alginat adalah sebagai berikut: 234,07 mg/dl; 168,58 mg/dl; 166,84mg/dl dan 145,36 mg/dl. Pemberian garam Ca alginat lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol darah tikus jika dibandingkan dengan standar 0%, Na

alginat dan K alginat. Jika dikaitkan dengan kekuatan gel, didapatkan bahwa semakin kuat gel yang dihasilkan maka akan semakin besar pula kemampuannya dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Hasil analisa kekuatan gel, kekuatan gel tertinggi pada K alginat dan kekuatan gel terendah pada Ca alginat. Ada empat faktor yang mempengaruhi pembentukan gel alginat yaitu proporsi poliguluronat dan poimanuronat yang menyusun alginat, jumlah ion  $\text{Ca}^{2+}$ , pH dan lamanya waktu gelasi. Alginat sangat sensitif dan tidak stabil terhadap nilai pH asam ( $\text{pH} < 3$ ). Jika dilihat dari keberadaannya dalam tabel unsur periodik, K mempunyai sifat kebasaaan yang lebih kuat daripada Na dan Ca. Nilai pH sangat mempengaruhi kekuatan gel alginat, dimana semakin kecil nilai pH/asam maka kekuatan gel alginat semakin lemah. Sebaliknya semakin tinggi pH/ basa, semakin tinggi pula kekuatan gel alginat. Walaupun kekuatan gel K alginat lebih baik dari Ca dan Na alginat ternyata kemampuan untuk menurunkan kolesterol lebih rendah dari Ca dan Na alginat. Perlakuan dengan menggunakan Ca alginat paling baik dalam menurunkan kadar kolesterol. 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.

Heslet (2004), menyatakan bahwa jumlah serat dalam susunan menu dapat mempengaruhi jumlah kolesterol dalam darah, dimana serat larut mampu menurunkan kadar kolesterol. Lebih lanjut Suyono (2003), menyatakan bahwa penambahan serat ke dalam makanan dengan konsentrasi yang berbeda mampu menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Serat dapat menurunkan kadar kolesterol darah secara efektif. Karena serat akan mengikat asam empedu yang berguna untuk mengemulsikan lemak dan kolesterol yang terdapat dalam saluran cerna, lalu membawanya keluar tubuh bersama dengan feses (Anonymous, 2003<sup>c</sup>). Ditambahkan oleh Siagian (2003), bahwa dengan mengkonsumsi beberapa jenis serat makanan tertentu maka dapat menurunkan kadar kolesterol total darah. Tidak semua jenis serat dapat menurunkan kolesterol darah, jenis serat yang dapat menurunkan kolesterol adalah adalah serat larut air (*soluble dietary fiber*) seperti pektin dan gum (Muchtadi, 2001).

Hasil regresi terhadap kadar kolesterol darah tikus untuk perlakuan yang berbeda dan lamanya konsumsi algiant (*Sargassum polycystum*) dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 . Pengaruh bentuk garam alginat dan konsentrasi terhadap kadar kolesterol darah tikus.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tikus kontrol didapatkan persamaan  $y = 0.4097x + 232.65$  dengan  $R^2 = 0.961$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah

tikus standar 0% bertambah 0.4097, maka pada perlakuan konsentrasi 0% tidak mengalami penurunan kolesterol darah. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Na alginat 7.5% didapatkan persamaan  $y = -5.9666x + 233.74$  dengan  $R^2 = 0.951$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 5.9666. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Na alginat 12.5% didapatkan persamaan  $y = -8.1294x + 226.8$  dengan  $R^2 = 0.8933$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 8.1294. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam K alginat 7.5% didapatkan persamaan  $y = -6.8077x + 231.4$  dengan  $R^2 = 0.9385$  menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 6.8077. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam K alginat 12.5% didapatkan persamaan  $y = -6.7666x + 228.19$  dengan  $R^2 = 0.9258$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 6.7666. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Ca alginat 7.5% didapatkan persamaan  $y = -8.3286x + 223.05$  dengan  $R^2 = 0.8961$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 8.3286. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Ca alginat 12.5% didapatkan persamaan  $y = -8.1926x + 216.36$  dengan  $R^2 = 0.8173$  menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 8.1926. Dari garis regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar kolesterol darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian alkali pada proses pembuatan alginat (*Sargassum polycystum*). Jika dilihat dari slopenya maka dapat ditarik kesimpulan jika semakin besar slopenya maka semakin besar juga pengaruh garam alkali dan konsentrasi terhadap penurunan kadar kolesterol tikus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 19 berikut ini

Tabel 19. Hasil regresi hubungan kadar kolesterol darah tikus dengan jenis ransum garam alginat (*Sargassum polycystum*) dan lamanya konsumsi garam alginat

No.	Jenis ransum garam alginat	y	R <sup>2</sup>	Kolesterol akan normal pada hari ke-
1.	Na alginat 7.5%	-5.9666 x + 233.74	0.951	16
2.	Na alginat 12.5%	-8.1294x + 226.8	0.8933	11
3.	K alginat 7.5%	-6.8077x + 231.4	0.9385	13
4.	K alginat 12.5%	-6.7666x + 228.19	0.9385	13
5.	Ca alginat 7.5%	-8.3286 x + 223.05	0.8961	10
6.	Ca alginat 12.5%	-8.1926x + 216.36	0.8173	9

Data laju penurunan kadar kolesterol (mg/dl) pada tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 20, sedangkan untuk laju penurunan kadar kolesterol (mg/dl) pada tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 15. Menurut Sitompul dan Bambang.G (1995), laju penurunan relatif kadar kolesterol darah tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$LPA = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan :

$W_2$  = Kadar kolesterol pada hari ke-x (mg/dl)

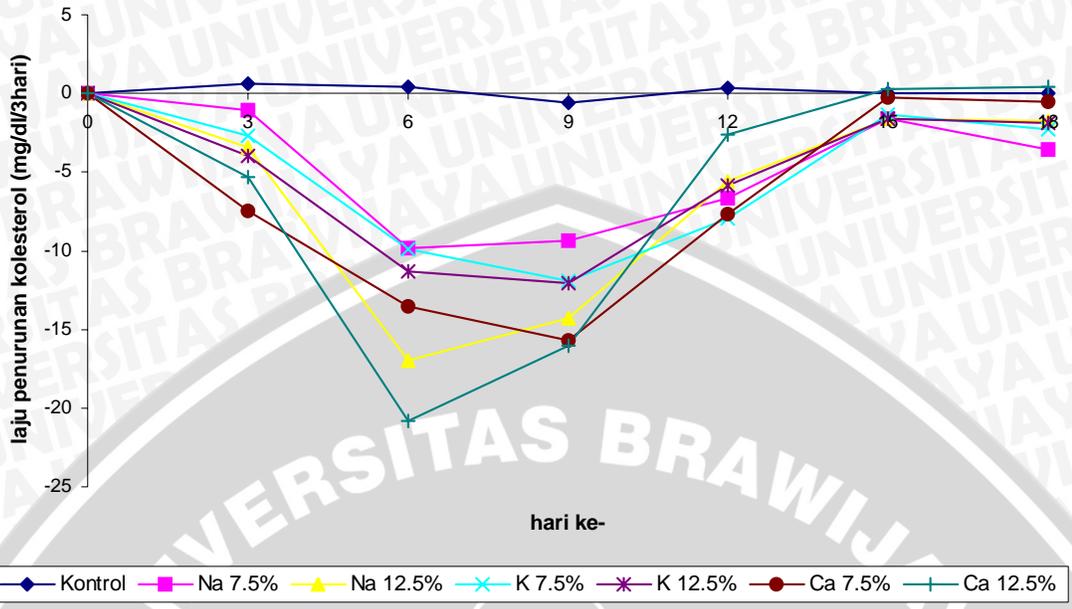
$W_1$  = Kadar kolesterol pada hari sebelumnya (mg/dl)

$t_2$  = Hari ke-x

$t_1$  = Hari sebelumnya

Tabel 20. Laju penurunan kadar kolesterol tikus per 3 hari (mg/dl/hari)

Hari	Perlakuan						
	Standar 0%	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	0.62	-1.06	-3.45	-2.66	-3.98	-7.44	-5.31
6	0.44	-9.83	-17.00	-9.92	-11.33	-13.55	-20.81
9	-0.62	-9.38	-14.25	-11.95	-12.04	-15.67	-16.03
12	0.35	-6.64	-5.58	-7.97	-5.84	-7.70	-2.65
15	0.00	-1.59	-1.59	-1.33	-1.59	-0.27	0.26
18	0.00	-3.54	-1.77	-2.30	-1.86	-0.53	0.44



Gambar 15. Grafik pengaruh pemberian garam alginat dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar kolesterol pada tikus

Penurunan kadar kolesterol disebabkan karena konsumsi makanan berserat dapat menghambat penyerapan kolesterol dalam usus (Hartono, 2001). Serat larut air dapat menurunkan kadar kolesterol darah hingga 5% atau lebih. Dalam saluran pencernaan, serat larut mengikat asam empedu (produk akhir kolesterol) kemudian dikeluarkan bersama feses (Suyono, 2003). Berkurangnya asam empedu tersebut akan menyebabkan hati mensintesis asam empedu lagi, sehingga kolesterol sebagai bahan dasar sintesis asam empedu tersebut jumlahnya akan berkurang baik dalam darah maupun jaringan (Rosida, 2004).

### 4.3.2 Trigliserida darah

Lemak utama dalam darah adalah kolesterol dan trigliserida (Anonymous 2006). Trigliserida merupakan bentuk lemak yang paling efisien untuk menyimpan kalor yang penting untuk proses-proses yang membutuhkan energi (Linder, 1992). Trigliserida

darah tikus dianalisis setiap 3 hari sekali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsumsi Na alginat, K alginat dan Ca alginat sebagai sumber serat larut terhadap kadar trigliserida darah tikus Hal ini untuk membuktikan peran serat larut dari alginat dalam mengontrol dan mempertahankan nilai trigliserida pada kisaran normal. Data nilai trigliserida darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 8. Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 8) menunjukkan bahwa jenis ransum garam alginat berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$ ), sedangkan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$ ) dan terjadi interaksi antara jenis ransum dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$ ). Untuk lebih jelasnya data rerata nilai trigliserida darah tikus setiap 3 hari selama perlakuan dapat dilihat pada Tabel 21.

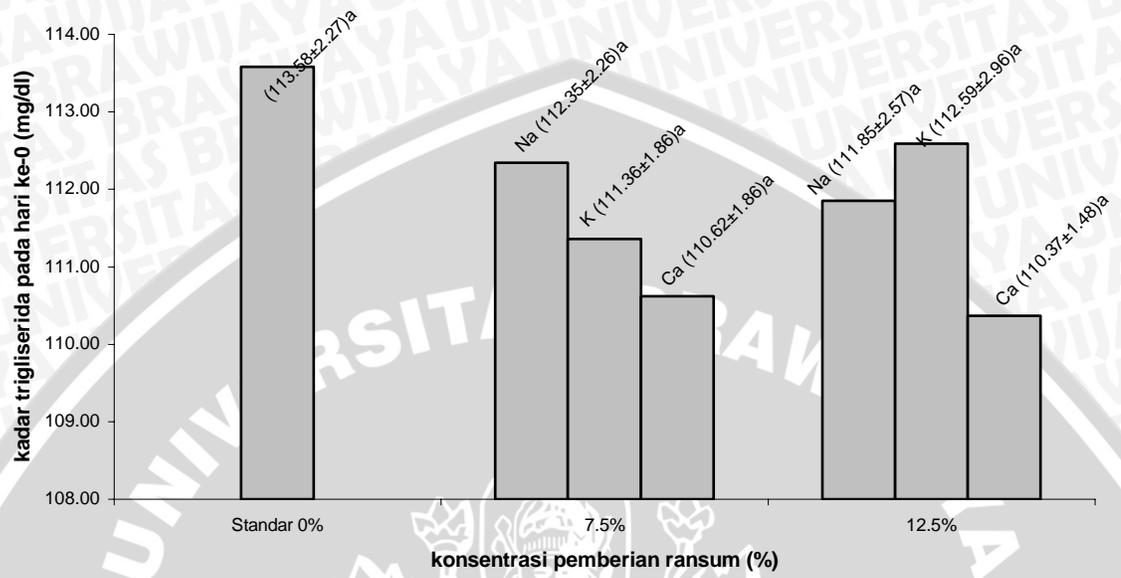
Tabel 21. Hasil analisis kadar trigliserida darah tikus percobaan (mg/dl)

Perlakuan	Hari						
	0	3	6	9	12	15	18
Na 0%	113.58±2.27	114.81±2.97	116.05±2.60	117.53±2.60	119.51±3.34	119.51±2.26	120.25±2.26
Na 7.5%	112.35±2.26	109.63±1.48	101.73±2.26	103.70±1.48	90.86±2.26	90.37±1.48	92.59±0.74
Na.12.5 %	111.85±2.57	111.85±2.22	99.26±0.74	88.40±0.86	84.69±0.86	74.32±0.86	75.06±1.13
K 0%	113.58±2.27	114.81±2.97	116.05±2.60	117.53±2.60	119.51±3.34	119.51±2.26	120.25±2.26
K 7.5%	111.36±1.86	107.65±1.86	102.72±1.13	98.77±1.86	91.36±1.86	91.36±1.86	87.16±1.13
K 12.5%	112.59±2.96	109.63±2.96	103.21±1.71	93.33±1.48	88.89±1.48	88.89±1.48	89.88±1.13
Ca 0%	113.58±2.27	114.81±2.97	116.05±2.60	117.53±2.60	119.51±3.34	119.51±2.26	120.25±2.26
Ca 7.5%	110.62±1.86	104.20±2.26	98.52±1.96	95.06±12.07	80.99±12.07	78.77±12.07	69.14±0.43
Ca 12.5%	110.37±1.48	104.44±1.48	95.80±2.26	71.60±0.86	70.12±0.86	70.12±0.86	69.63±0.74
Normal : ≤ 70 mg/dl							

Keterangan : \*trigliserida tikus normal (Agustin, 2006)

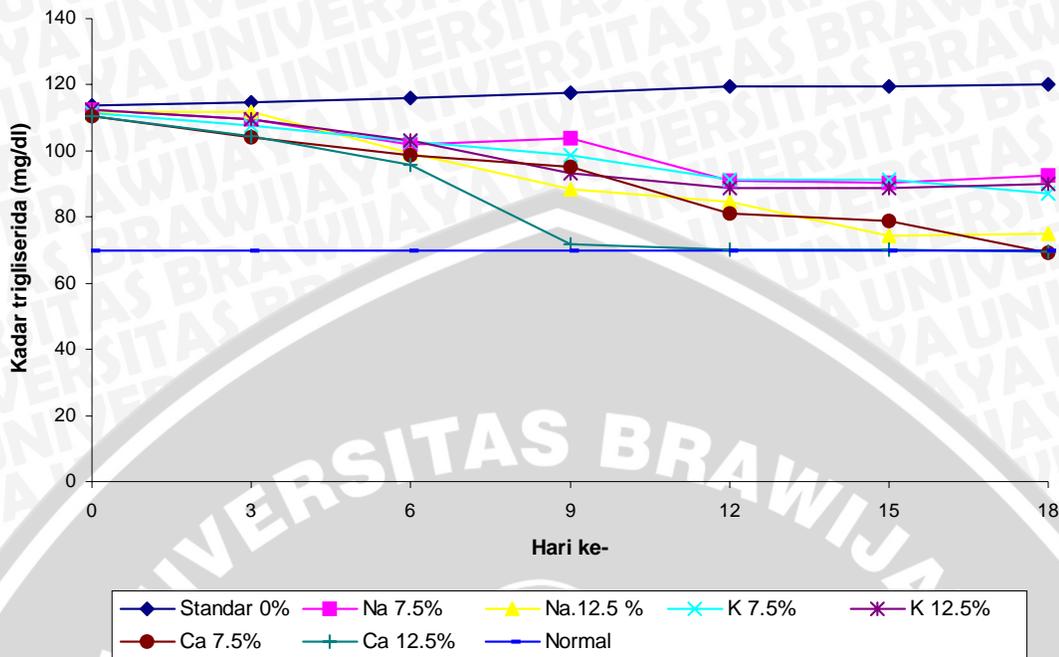
Berdasarkan hasil analisis statistik pada (Lampiran 8) menunjukkan bahwa kadar trigliserida tikus hari ke-0 untuk perlakuan dan kontrol tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ), selanjutnya dilakukan uji BNJ pada kadar trigliserida hari ke-0, menunjukkan bahwa kadar trigliserida tikus standar 0% pada hari ke-0 tidak berbeda nyata dengan kadar

trigliserida tikus perlakuan hari ke-0. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 16 berikut ini



Gambar 16. Histogram pengaruh jenis ransum yang diberikan terhadap kadar trigliserida tikus pada hari ke-0

Dari hasil analisis statistik pada (Lampiran 8) menunjukkan bahwa jenis ransum berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$ ), dan konsentrasi pemberian garam alginat berpengaruh nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus ( $p < 0,05$ ) dan terjadi interaksi antara jenis ransum dengan konsentrasi pemberian garam alginat terhadap kadar kolesterol darah tikus ( $p < 0,05$ ). Berdasarkan hasil uji BNJ pada hari pengamatan dengan  $\alpha = 0,05$ , bahwa penurunan kadar trigliserida darah tikus yang berbeda nyata terjadi pada hari 0, 3, 12, 15 dan 18 sedangkan pada hari ke- 6 dan 9 tidak berbeda nyata. Untuk faktor alkali dan konsentrasi yang berbeda nyata terhadap kadar trigliserida darah dapat dilihat pada Gambar 17 berikut ini



Gambar 17. Grafik pengaruh pemberian alginat (*Sargassum polycystum*) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap berat kadar trigliserida darah tikus.

Berdasarkan grafik diatas, kadar trigliserida darah tikus perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar trigliserida darah tikus standar 0%. Nilai kadar trigliserida darah tikus perlakuan terendah diperoleh tikus perlakuan yang diberi ransum garam Ca alginat berbeda nyata dengan tikus perlakuan yang diberi ransum garam Na alginat dan K alginat. Kadar trigliserida tikus percobaan yang diberi ransum Na alginat tidak berbeda nyata dengan kadar trigliserida tikus percobaan yang diberi K alginat. Nilai kadar trigliserida darah tikus menunjukkan perbedaan yang nyata antara standar 0%, konsentrasi 7,5% dan konsentrasi 12,5%. Nilai kadar trigliserida darah tikus terendah diperoleh dari konsentrasi 12,5%.

Kadar trigliserida darah tikus pada perlakuan standar 0%, Na alginat, K alginat dan Ca alginat adalah sebagai berikut: 117,32mg/dl; 96,19 mg/dl; 98,34 mg/dl dan

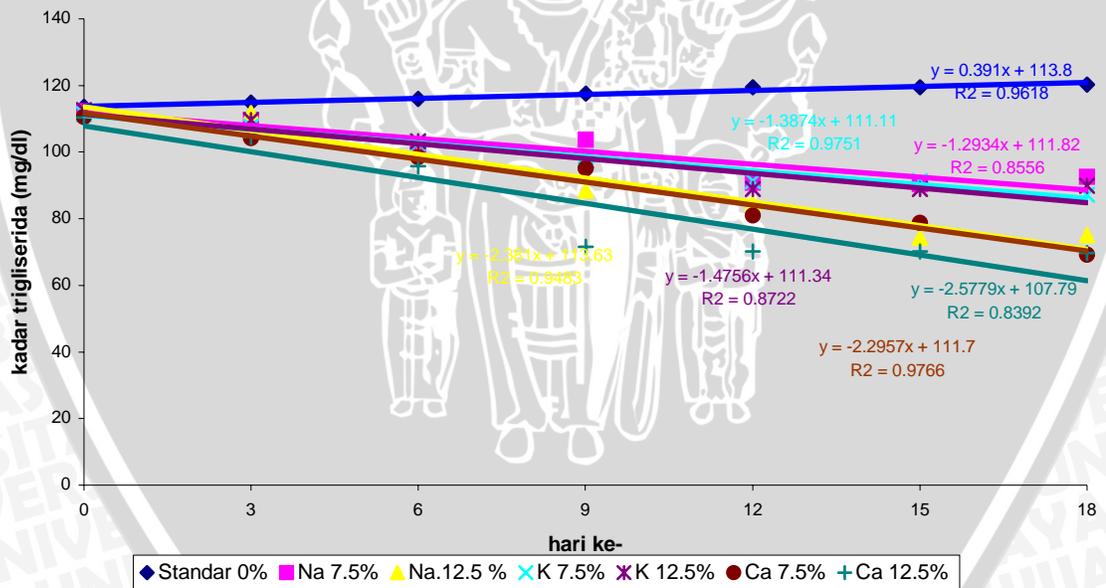
87,82 mg/dl. Pemberian Ca alginat lebih efektif dalam menurunkan kadar trigliserida darah tikus jika dibandingkan dengan kontrol, Na alginat dan K alginat. Jika dikaitkan dengan kekuatan gel, didapatkan bahwa semakin kuat gel yang dihasilkan maka akan semakin besar pula kemampuannya dalam menurunkan kadar trigliserida dalam darah. Hasil analisa kekuatan gel, kekuatan gel tertinggi pada K alginat dan kekuatan gel terendah pada Ca alginat. Ada empat faktor yang mempengaruhi pembentukan gel alginat yaitu proporsi poliguluronat dan poimanuronat yang menyusun alginat, jumlah ion  $\text{Ca}^{2+}$ , pH dan lamanya waktu gelasi. Alginat sangat sensitif dan tidak stabil terhadap nilai pH asam ( $\text{pH} < 3$ ). Jika dilihat dari keberadaannya dalam tabel unsur periodik, K mempunyai sifat kebasaaan yang lebih kuat daripada Na dan Ca. Nilai pH sangat mempengaruhi kekuatan gel alginat, dimana semakin kecil nilai pH/asam maka kekuatan gel alginat semakin lemah. Sebaliknya semakin tinggi pH/ basa, semakin tinggi pula kekuatan gel alginat. Walaupun kekuatan gel K alginat lebih baik dari Ca dan Na alginat ternyata kemampuan untuk menurunkan kolesterol lebih rendah dari Ca dan Na alginat. Perlakuan dengan menggunakan Ca alginat paling baik dalam menurunkan kadar kolesterol.

Penurunan kadar trigliserida darah tikus yang optimal terjadi pada hari yang ke-9. Kadar trigliserida darah tikus perlakuan berbeda nyata dengan kadar trigliserida darah tikus kontrol, dimana pada hari ke-18, kadar trigliseridal tikus standar belum mengalami penurunan, sehingga dapat dikatakan bahwa CMC makanan belum mampu untuk menjadikan kadar trigliserida darah menjadi normal sampai pada hari ke-18. Serat komersil (CMC) kurang mampu menurunkan kadar trigliserida (Hambali, 2003).

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 lemak dalam pencernaan (trigliserida), sehingga dengan banyaknya lemak-lemak yang dikeluarkan maka akan semakin berkurang jumlah lemak dalam tubuh, hal ini dapat mengakibatkan turunnya kadar trigliserida dalam darah. Ditambahkan oleh Montgomery *et al.*, (1993), lemak dalam bentuk trigliserida merupakan bentuk penyimpanan energi yang utama pada manusia. Lemak dapat disimpan pada jaringan adiposit. Akumulasi lemak dalam tubuh secara berlebihan, berhubungan dengan naiknya jumlah adiposit akibat dari menumpuknya trigliserida. Hal ini dapat menyebabkan terjadi obesitas (kegemukan).

Hasil regresi terhadap kadar kolesterol darah tikus untuk perlakuan yang berbeda dan lamanya konsumsi algiat (*Sargassum polycystum*) dapat dilihat pada Gambar 18 berikut ini



Gambar 20. Grafik hubungan antara perbedaan jenis ransum dan konsentrasi garam alginat terhadap kadar trigliserida darah tikus

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tikus standar 0% didapatkan persamaan  $y = 0.391x + 113.8$  dengan  $R^2 = 0.961$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus standar 0% bertambah 0.391, maka pada perlakuan tikus standar 0% tidak mengalami penurunan trigliserida darah. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Na alginat 7.5% didapatkan persamaan  $y = -1.2934 x + 111.82$  dengan  $R^2 = 0.8556$ , menunjukkan bahwa setiap hari kolesterol darah tikus berkurang 1.2934. Untuk tikus perlakuan yang diberi diberi garam Na alginat 12.5% didapatkan persamaan  $y = -2.381x + 113.63$  dengan  $R^2 = 0.9483$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 2.381. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam K alginat 7.5% didapatkan persamaan  $y = -1.3874x + 111.11$  dengan  $R^2 = 0.9751$  menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 1.3874. Untuk tikus perlakuan yang diberi dengan garam K alginat 12.5% didapatkan persamaan  $y = -1.4756x + 111.34$  dengan  $R^2 = 0.8722$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 1.4756. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Ca alginat 7.5% didapatkan persamaan  $y = -2.2957 x + 111.7$  dengan  $R^2 = 0.9766$ , menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 2.2957. Untuk tikus perlakuan yang diberi garam Ca alginat 12.5% didapatkan persamaan  $y = -2.5779x + 107.79$  dengan  $R^2 = 0.8392$  menunjukkan bahwa setiap hari trigliserida darah tikus berkurang 2.5779. Dari garis regresi tersebut dapat diketahui bahwa kadar trigliserida darah tikus mengalami penurunan dengan pemberian alkali pada proses pembuatan alginat (*Sargassum polycystum*). Jika dilihat dari slopenya maka dapat ditarik kesimpulan jika semakin besar slopenya maka semakin besar juga pengaruh jenis ransum dan konsentrasi terhadap penurunan kadar trigliserida tikus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 20 berikut ini

Tabel 22. Hasil regresi hubungan kadar trigliserida darah tikus dengan jenis ransum garam alginat (*Sargassum polycystum*) dan lamanya konsumsi garam alginat

No.	Jenis ransum garam alginat	y	R <sup>2</sup>	Trigliserida akan normal pada hari ke-
1.	Na alginat 7.5%	-1.2934 x + 111.82	0.8556	32
2.	Na alginat 12.5%	-2.381x + 113.63	0.9483	18
3.	K alginat 7.5%	-1.3874x + 111.11	0.9751	30
4.	K alginat 12.5%	-1.4756x + 111.34	0.8722	28
5.	Ca alginat 7.5%	-2.2957 x + 111.7	0.9766	18
6.	Ca alginat 12.5%	-2.5779x + 107.79	0.8392	15

Data laju penurunan kadar trigliserida (mg/dl) pada tikus per 3 hari dapat dilihat pada Tabel 23, sedangkan untuk laju penurunan kadar trigliserida (mg/dl) pada tikus setiap 3 hari dapat dilihat pada Gambar 19. Menurut Sitompul dan Bambang.G (1995), laju penurunan relatif kadar trigliserida darah tikus dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$LPA = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan :

W<sub>2</sub> = Kadar trigliserida pada hari ke-x (mg/dl)

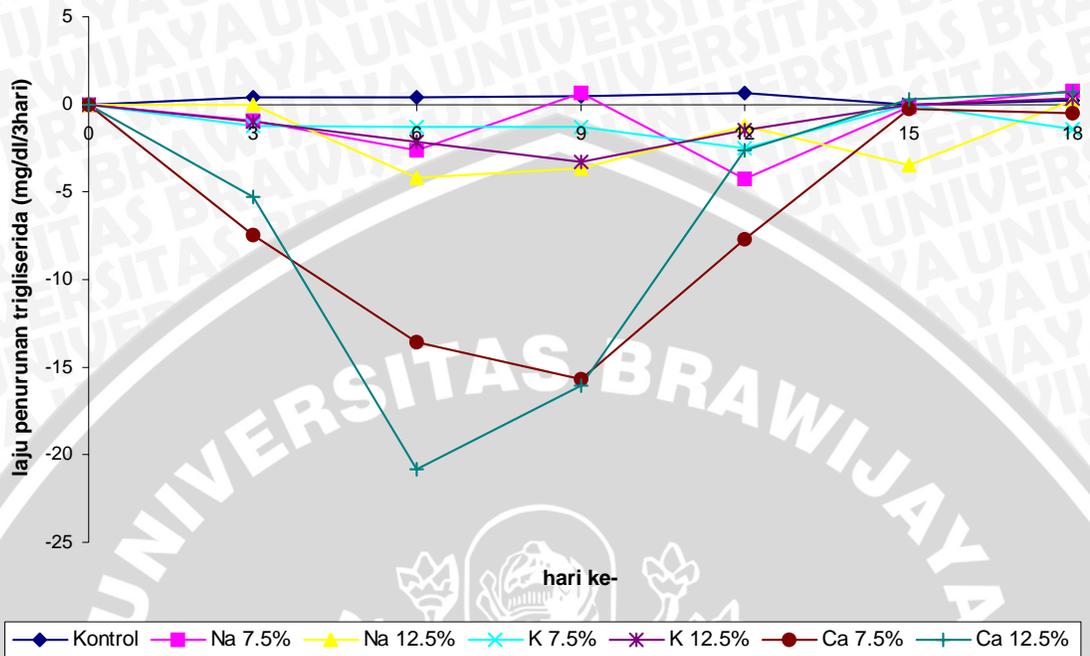
W<sub>1</sub> = Kadar trigliserida pada hari sebelumnya (mg/dl)

t<sub>2</sub> = Hari ke-x

t<sub>1</sub> = Hari sebelumnya

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

Hari	Perlakuan						
	Standar 0%	Na 7.5%	Na 12.5%	K 7.5%	K 12.5%	Ca 7.5%	Ca 12.5%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.41	-0.91	0.00	-1.24	-0.99	-7.44	-5.31
6	0.41	-2.63	-4.20	-1.32	-2.14	-13.55	-20.81
9	0.49	0.66	-3.62	-1.32	-3.29	-15.67	-16.03
12	0.66	-4.28	-1.24	-2.47	-1.48	-7.70	-2.65
15	0.00	-0.16	-3.46	0.00	0.00	-0.27	0.26
18	0.25	0.74	0.25	-1.40	0.33	-0.53	0.71



Gambar 19. Grafik laju penurunan kadar trigliserida darah tikus

Berdasarkan grafik diatas maka dapat dilihat pengaruh konsumsi garam alginat (*Sargassum polycystum*) dengan alkali dan konsentrasi yang berbeda terhadap laju penurunan kadar trigliserida tikus, dimana terlihat sangat jelas dari hari ke hari kadar trigliserida tikus perlakuan terus menunjukkan penurunan, sedangkan untuk tikus kontrol berdasarkan hasil laju penurunan kadar trigliserida, kadar trigliserida tikus kontrol mengalami kenaikan dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan CMC 5% yang terkandung dalam ransum standart belum mampu menurunkan kadar trigliserida darah menjadi normal pada hari yang ke-18.

#### 4.3.3 Pengaruh alginat dari *Sagassum polycystum* terhadap kolesterol dalam feses

Kolesterol feses ini dilakukan dengan menggunakan metode Liberman-Burchard. Prinsip analisis adalah membuat supernatan yang diuapkan dalam penangas air,

ditambahkan larutan pereaksi dan diabsorbansi dengan spektrofotometri dengan panjang gelombang 680 nm. Hasil analisis kolesterol dalam feses tikus dapat dilihat pada Tabel 24

Tabel 24. Nilai analisis kolesterol feses pada hari ke-6 perlakuan

No.	Perlakuan	Ulangan ke-	Rata-rata Kolesterol Feses (mg/dl)
1.	Na alginat 7.5%	5,578	4,6497
		3,7214	
2.	Na alginat 12.5%	5,7228	5,7827
		5,8426	
3.	K alginat 7.5%	2,1215	2,08105
		2,0406	
4.	K alginat 12,5%	5,6404	3,7668
		1,8932	
5.	Ca alginat 7.5%	5,7557	5,711925
		5,66815	
6.	Ca alginat 12,5%	8,3718	7,13315
		5,8945	
7.	Kontrol	2,9963	2,9419
		5,56215	
		0,26745	

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa, kandungan kolesterol dalam feses untuk pemberian Ca alginat dengan konsentrasi 12,5% mempunyai nilai yang lebih tinggi sebesar 7,13315 mg/dl jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Dari hasil diatas diketahui bahwa kolesterol yang terikat dalam feses akan semakin besar seiring meningkatnya konsentrasi pemberian alginat *Sargassum polycystum*.

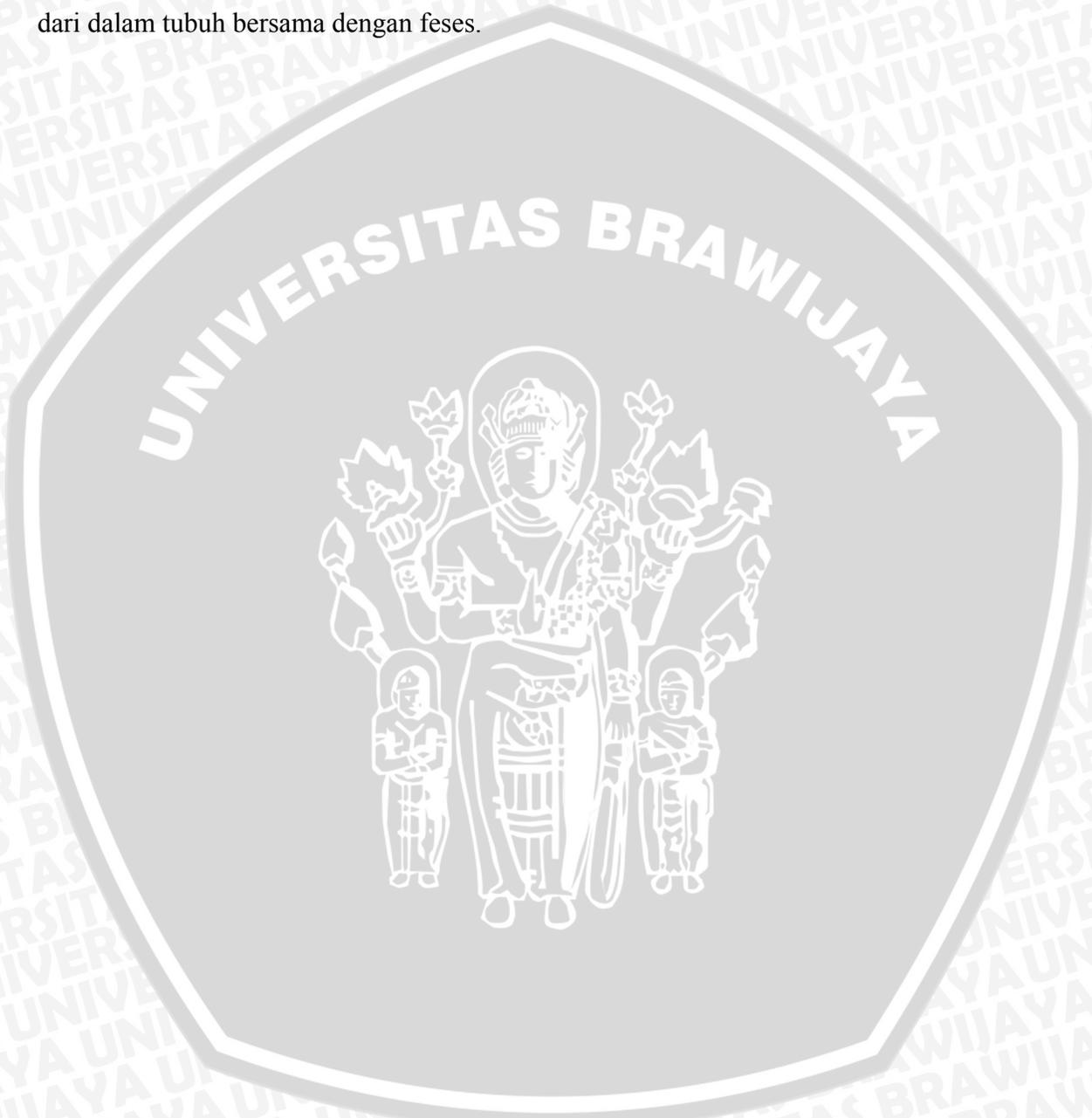
Dari hasil analisis kolesterol feses tersebut diatas maka dapat diketahui bahwa semakin banyak serat yang dimakan maka semakin cepat penurunan kolesterol feses dalam darah tikus wistar sehingga kandungan kolesterol yang ikut terbuang bersama feses semakin besar. Hal ini diduga kandungan serat dalam pemberian alginat *Sargassum polycystum* benar-benar mampu mengikat kelebihan lemak dan

membawanya keluar dari tubuh melalui feses. Serat pangan merupakan komponen penting dalam diet sehari-hari. Kenaikkan konsumsi serat pangan dapat berinteraksi secara langsung dalam proses absorpsi baik didalam usus halus maupun didalam usus besar. Dalam saluran pencernaan, serat larut mengikat asam empedu ( produk akhir kolesterol) dan kemudian dikeluarkan bersama tinja (Suyono, 2003). Berkurangnya asam empedu tersebut akan meyebabkan hati mensintesis asam empedu lagi, sehingga kolesterol yang merupakan bahan dasar sintesis asam empedu tersebut, jumlahnya akan berkurang baik kolesterol dalam darah maupun dalam jaringan (Anonymous, 2003).

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

Tugas utama dari serat yaitu untuk melancarkan gerak peristaltik usus, sekaligus memudahkan pengeluaran sisa-sisa makanan. Serat membersihkan sisa makanan dengan cara mengikat sisa makanan dalam usus dan menyerap air sebanyak-banyaknya. Dengan begitu volume tinja menjadi meningkat dan lunak, sehingga bisa dengan mudah dan cepat dikeluarkan oleh usus. Hasilnya proses buang air besar pun menjadi lancar. Bukan itu saja, lemak dan aneka macam produk hasil metabolisme tubuh yang tidak diperlukan tubuh, juga ikut terbuang (Anonyamous, 2002). Dalam hal ini jenis serat yang berperan dalam mengikat kolesterol adalah serat larut air seperti pektin, gum dan sedikit hemiselulosa. Sedangkan jenis serat yang berperan dalam membantu memperlancar pengeluaran feses adalah serat tidak larut air seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa

(Wardlaw *et al.*, 2004). Rumput laut *Sargassum polycystum* mengandung serat larut air sebesar 28,7315% dan serat tidak larut air sebesar 39,44555 %, hal inilah yang diduga dapat menurunkan kadar lipid darah dalam kondisi berlebih kemudian mengeluarkannya dari dalam tubuh bersama dengan feses.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh konsumsi garam alginat dari rumput laut *Sargassum polycystum* hasil ekstraksi dengan alkali (basa)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  kadar lipid darah tikus wistar *hiperlipidemia* maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsumsi garam alginate hasil ekstraksi dari rumput laut *Sargassum polycystum* dengan alkali yang berbeda mampu menurunkan kadar lipid serum darah tikus wistar.
2. Garam Ca alginat lebih optimal dalam menurunkan kadar lipid darah tikus wistar yang hiperlipidemia
3. Penambahan garam alginat dari rumput laut *Sargassum polycystum* hasil ekstraksi dengan alkali (basa)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{CaCO}_3$  dengan konsentrasi 12,5% pada ransum tikus lebih optimal menurunkan kadar lipid darah tikus wistar hiperlipidemia.
4. Kekuatan gel alginat tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar lipid serum darah tikus wistar.

### 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penambahan bahan alkali terhadap organ tubuh tikus Wistar lainnya atau efek samping yang ditimbulkan (negatif) selain segi positifnya dapat menurunkan kadar lipid darah. Dari hasil penelitian diatas didapatkan bahwa kekuatan gel tidak berpengaruh dalam menurunkan kadar lipid darah tikus, maka siperlukan penelitian lebih lanjut terhadap *Sargassum polycystum*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J.M.F.1997. Manfaat Klinik pengobatan Menurunkan Kadar Kolesterol. Pengalaman dari Penelitian Woscop dan Care. Journal Medical Nusantara. Vol.8. hal. 146-153.
- Aebi, H.E., G.B Brubacher and M.R. Turner. 1981. Problem in Nutrition Research Today. Academic Press. London. p. 274-278.
- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 170 hal.
- Agustin, E. W. 2004. Pengaruh Pemberian Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Bentuk Larutan dan Gel Secara Parenteral Terhadap Kadar Lipid Darah Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). Laporan Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.hal 60.
- Anggadireja, J.T, A. Zatznika, H. Purwoto dan S. Istiani. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 147 hal.
- Anonymous. 2000. Mengintip Kerja Serat dalam Tubuh. <http://www.clickwok.com>. Tanggal akses 30 Mei 2006. 3hal.
- Anonymous. 2001. Sehat dengan Serat. <http://www.nusaindah.tripod.com>. Tanggal akses 30 Mei 2006. 1hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>a</sup>. Budi Daya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Jakarta. 99 hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>b</sup> . Sargassum. <http://www.wikipedia.com>. Tanggal akses 17 Juni 2006. 4 hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>c</sup> . Macam dan Sumber Serat . <http://www.vegeta.com>. Tanggal akses 28 November 2006. 2hal.
- \_\_\_\_\_. 2003<sup>d</sup>. Kolesterol. Majalah Nirmala. [http://cybermed\\_cbn\\_net\\_id](http://cybermed_cbn_net_id). Tanggal akses 28 November 2006. 2 hal.
- \_\_\_\_\_. 2005. Minuman Sari Rumput Laut Alginat. <http://www.brkp.dkp.g0.id/Pub.%20buku%205.htm>. Tanggal akses 25 April 2006. 2 hal.
- \_\_\_\_\_.2006<sup>a</sup>. Penyakit Jantung Koroner. <http://www.medicastore.com>. Tanggal akses 4 Januari 2007. 1hal.

- \_\_\_\_\_.2006<sup>b</sup>. Stroke. <http://www.medicastore.com>. Tanggal akses 4 Januari 2007. 1hal.
- \_\_\_\_\_.2006<sup>c</sup>. Hiperlipidemia. <http://www.medicastore.com>. Tanggal akses 4 Januari 2007. 2hal.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedarnawati dan S. Budiyanto. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 229 hal.
- Astawan, M. 1997. Mengapa Rumput Laut Dicari Orang? Majalah Kesehatan Bulanan Sartika. No.II/1d Nov. 1997.Hal35-37.
- Astuti. M. 1986. Uji Gizi I. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 57 hal.
- Chapman, V. J. dan D. J. Chapman. 1980. Seaweeds and Their Uses. Third Edition. Chapman and Hall Press. 333 hal.
- Daintith, J. 1997. Kamus Lengkap Kimia. Penerjemah : S. Achmadi. Erlangga. Jakarta. 473 hal.
- Diehl, H. 1990. Waspada Diabetes, Kolesterol, Hipertensi. Penerjemah : Winarni Budiarti. Indonesia Publishing House. Bandung. Hal 122-123.
- Fengel D. dan G. Wegener. 1995. Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Penerjemah : H. Sostroamidjojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 729 Hal.
- Girindra, A. 1986. Biokimia I. PT. Gramedia. Jakarta. 85 hal.
- Glicksman, M. 1983. Food Hydrocoids. Vol II. CRC Press. Florida.
- Goldberg, I.1994. Functional Food. Chapman and Hall. New York. Hal 31.
- Gunawan, A. 2004. Food Combining Kombinasi Makanan Serasi Pola Makan Untuk Langsing dan Sehat. Gramedia. Jakarta. 37 hal.
- Hartono, A. 2000. Asuhan Nutrisi Rumah Sakit, Diagnosi, Konseling dan Preskripsi. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 197 hal
- Hermana, R. 2001. Pengaruh Diet Tinggi Serat Pada Fermentasi Mikroflora Kolon dan Perkembangan Sel Karsinoma Kolorental. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. hal 22-23
- Heslet, L. 2004. Kolesterol yang Perlu Anda Ketahui. Diterjemahkan oleh Anton Adiwiyoto. Kesaint Blanc Anggota IKAPI. Jakarta. 99 hal

- Indriani, H dan E. Suminarsih. 2003. Budidaya Pengolahan dan Pemasaran rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 99 hal
- Istini, S., A. Zatnika dan Suhaimi. 1985. Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. <http://www.fao.org>. Diakses : 25 April 2006. 14 hal
- Joseph, G. 2002. Manfaat Serat Makanan bagi Kita. Makalah Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 5 hal.
- Katzung, B.G. 2002. Farmakologi : Dasar dan Klinik. Penerjemah : Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Penerbit Salemba Medika. Jakarta.
- Keenan, Kleinfelter dan Wood. 1996. Kimia untuk Universitas. Jilid I. Penerjemah : A. Hidyand pujaatmaka. Erlangga. Jakarta.
- Kritchewsky, D. 1964. Animal Techniques For Evaluating Hypocholesteremic Drugs. Animal and Clinical Pharmacologic Techniques in Drug Evaluation. Year Book Medical Publishers. Inc. Chicago. 704 pp.
- Lamid, A., E. Rustam dan Komari. 2002. Pengaruh Rumput Laut Dalam Menurunkan Berat Badan dan Kolesterol Pada Orang Kegemukan. Seminar Nasional PATPI. Malang. hal 183-187.
- Linder, M. C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Alih bahasa oleh Aminuddin Parakkasi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 781 hal.
- Makfoed, D. 1982. Deskripsi Pengolahan Hasil Nabati. Agritech. Yogyakarta.
- Mc Giverly, R.W. dan G.W. Goldstein. 1996. Biokimia. Suatu Pendekatan Fungsional. Penerjemah : Tri Martini Sumarno. Airlangga University Press. Surabaya. hal 575-578.
- McHugh, D. 1987. Production and Utilization of Product from Commercial Seaweed. FAO Fisheris Technical Paper. Rome.
- Moirano, A. L. 1977. Sulfated Seaweed Polysaccharide Food Coloids. AVI Westport. Connecticut. 879 pp.
- Montgomery, R., R.L. Dryer, T. W. Conway, dan A. A. Spector. 1993. Biokimia. Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus. Jilid 2. Alih bahasa oleh M. Ismadi. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 1372 hal.
- Muchtadi, D. 1989. Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 216 hal

- \_\_\_\_\_. 2001. Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan Untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). Vol. XII. No.1 Institut Pertanian Bogor. Bogor. hal 61-71
- Musa, M., H. Nursyam, dan N. Harahap. 2004. Hibah Pengembangan Kebaharian Potensi Kelautan. Studi Tentang Manajemen Pengolahan Budidaya Rumput Laut *Eucheuma spinosum* di perairan pantai Kepulauan Madura dalam Rangka Pengembangan Industri Bahari. Laporan Penelitian Universitas Brawijaya. Malang. 83 Hal.
- Nafii, V. 2001. Kajian Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Sifat Fisika dan Kimia Natrium Alginat Sargassum sp. Dari Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Skripsi Pengolahan Hasil Perikanan. IPB. Bogor.
- Nasional Research Council (NRC). 1978. Nutrient Requirements of Sciences. Washington DC.
- Olson, R. E, H. P. Broquist, C. O. Chichester, W. J. Darby, A. C. Kolbye and R. M. Stalvey. 1987. Energi dan zat-zat Gizi. PT. Gramedia. Jakarta. 278 hal.
- Piliang, W. G dan S. Djojosoebagio. 1996. Fisiologi Nutrisi. Volume I. Edisi kedua. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 279 hal.
- Retnaningsih. 2003. Hindari Serat Makanan Tidak Larut. <http://www.hariansuara merdeka.com>. Tanggal akses 30 Mei 2006.
- Rifal, N., Bachorich, P.S., and Albers, J.J. 1999. Lipid, Lipoprotein and Apoprotein. In : Burtis, C.A., Ashwood, E.R., editor : Tietz Textbook of Clinical Chemistry. Philadelphia : W.B. Saunders Company.
- Riyantini. 1990. Pengaruh Konsentrasi Larutan Soda Abu terhadap Hasil Ekstraksi Rumput Laut Jenis Sargassum sp. Laporan Penelitian Unoversitas Diponegora. Semarang.
- Rosida, D.F. 2004. Studi Efek Hipokolesterolemik Cincau Hitam. <http://www.hayati.ipb.com/user/rudyct/indiv.2001/Dedin-F-Rosida>. Tanggal Akses 17 Juni 2006. 6Hal.
- Schact, W. Kamus Kedokteran. PT Rineka Cipta. Jakarta. Hal 128-129.
- Shanti. 2003. Studi Tentang Proses Ekstraksi Agar-agar dari Rumput Laut Merah (*Gracilaria verucossa*) di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Serpong Tangerang Banten. Laporan Praktek Kerja Lapang. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. hal 23-30.

- Siagian, A. Tentang Serat Makanan. <http://www.kompas.com>. Tanggal akses 6 Agustus 2006. 5 hal.
- Sitompul, S.M dan Bambang G. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. UGM Press. Yogyakarta. 72 hal.
- Sjostrom, E. 1995. Kimia : Dasar-dasar dan Penggunaan. Edisi Kedua. Alih bahasa : H. Sastroamidjojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 390 Hal.
- Smith, J. B dan Mangkoewidjojo, S. 1988. Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 276 hal.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. 160 hal.
- Suhardjo dan C. M. Kusharto. 1992. Ilmu Gizi. Kanisius. Yogyakarta. 160 hal.
- Sulaeman, A., F. Anwar, Rinbauan, dan S. A. Marliyati. 1993. Metode Analisis Komposisi Zat Gizi Makanan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 107 hal
- Susanti, W. 2004. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Pemberian Tepung Agar-Agar (*Gracilaria* sp) Terhadap Kadar Lipid Serum Darah Tikus Putih Wistar (*Rattus norvegicus*). Laporan Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan. hal 47.
- Suyono, H.A. 2003. Serat Benteng terhadap Aneka Penyakit. <http://www.indomedia.com>. Tanggal akses 4 Januari 2007. 3hal.
- Suyitno (1992). Bahan Ajaran. Serat Makanan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 256 hal.
- Tabrani. 1982. Masa Tua Yang Berguna Bahagia dan Sejahtera. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 36 hal.
- Tarigan, P. 1983. Kimia Organik Bahan Makanan. Penerbit Alumni. Bandung. 160 hal.
- Taylor, w.r. 1979. Marine Algae Of The Eastern Tropical And Subtropical Coasts Of The Americas. Ann Arbor. The University Of Michigan Press. USA. 870 hal.
- Tensiska. 1997. Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengekstrak dan Konsentrasi Bahan Pemucat Terhadap Rendemen dan Mutu Alginat dari Rumput Laut *Sargassum* sp. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran Bandung.
- Tranggono. 1992. Buku Monograf. Biokimia. Pusat Antar Universitas. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 735 hal.

- Waspadji, S. 1990. Diabetes mellitus dan Serat. Journal of the Indonesian Nutrition Association. Gizi Indonesia. Vol 15 hal 61-72.
- Wasito. 1991/1992. Hewan Model Dalam Uji Gizi. Pusat Antar Universitas. Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 175 hal.
- Wardlaw, G. M., J. S. Hampl and R. A. Disilvetro. 2004. Perspectives In Nutrition. Sixth Edition. Higher Education. Companies. New York. 728hal..
- Williams, P. A. 2004. Gums and Stabilisers For The Food Industry 11. Royal Society of Chemistry. California. 370 hal.
- Winarsi, H. 2001. Peran Serat Makanan (Dietary Fiber) Untuk mempertahankan Tubuh Sehat. Makalah Program Pasca Sarjana/S3 Institut Pertanian Bogor. <http://www.Indomedia.com>. Tanggal akses 17 Juni 2006.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz, dan D Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia. Jakarta. 85 Hal.
- Winarno, F.G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 111 hal.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. P.T. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hal.
- Yatim, F. L. 2002. Jantung Koroner Stroke Meninggal Mendadak Atasi Dengan Pola Hidup Sehat. Pustaka Obor. Jakarta. 85 hal.
- Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 299 hal.
- Yunizal. 1999. Teknologi Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat (Phaeophyceae. Instalasi penelitian Perikanan Laut SLIPI. Balai Penelitian Perikanan Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. 30 Hal.
- Zatnika, A. Proses Ekstraksi dan Manfaat Alginat di Bidang Farmasi. <http://www.iptek.net>. . Tanggal akses 4 Januari 2007. 2hal.