



---

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN RUMPUT LAUT  
TERHADAP TEKSTUR, KADAR BESI DAN  
KALSIUM PADA PEMBUATAN NUGGET  
IKAN**

**ANITA NURUL HIDAYATI  
NRP 1411 100 042**

**Dosen Pembimbing  
Suprpto, M.Si, Ph.D**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**



---

**SCRIPT**

**EFFECT OF SEAWEED ADDITION ON TEXTURE,  
IRON AND CALCIUM CONTENT IN MAKING FISH  
NUGGET**

**ANITA NURUL HIDAYATI  
NRP 1411 100 042**

**Advisor Lecturer  
Suprpto, M.Si, Ph.D**

**CHEMISTRY DEPARTMENT  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN RUMPUT LAUT  
TERHADAP TEKSTUR, KADAR BESI DAN  
KALSIUM PADA PEMBUATAN NUGGET IKAN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Anita Nurul Hidayati**  
**NRP 1411 100 042**

Surabaya, 24 Juni 2015

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing ,

  
**Suprpto, M.Si, Ph.D**  
**NIP. 19790919199802 1 001**

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Kimia,

  
  
**Hamzah Fansuri, M. Si, Ph. D**  
**NIP. 19691017 199412 1 001**

# **PENGARUH PENAMBAHAN RUMPUT LAUT TERHADAP TEKSTUR, KADAR BESI DAN KALSIMUM PADA PEMBUATAN NUGGET IKAN**

**Nama Mahasiswa** : Anita Nurul Hidayati  
**NRP** : 1411100042  
**Jurusan** : Kimia ITS  
**Dosen Pembimbing** : Suprpto, M.Si, Ph.D

## **Abstrak :**

Penggantian tepung oleh rumput laut pada pembuatan nugget ikan sangat mempengaruhi tekstur nugget yang dihasilkan. Tekstur nugget ikan berbahan baku ikan dan rumput laut beserta kadar besi dan kalsium dipelajari dalam penelitian ini. Optimasi perbandingan ikan dan rumput laut yang menghasilkan tekstur terbaik diamati. Sampel dipreparasi dengan destruksi basah  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$  4,5:0,5. Tekstur terbaik diperoleh pada nugget dengan komposisi ikan : rumput laut (4 : 1) g. Hasil analisis kadar Fe dalam nugget ikan rumput laut dengan AAS berkisar 26,23 - 43,39 mg/kg dan kadar Ca berkisar 10.580,48 - 22.126,96 mg/kg.

***Kata kunci:*** Nugget ikan, *Euचेuma denticulatum*, Tekstur, Fe, Ca, Destruksi basah, dan AAS.

# EFFECT OF SEAWEED ADDITION ON TEXTURE, IRON AND CALCIUM CONTENT IN MAKING FISH NUGGET

**Name** : Anita Nurul Hidayati  
**NRP** : 1411100042  
**Department** : Kimia ITS  
**Advisor Lecturer** : Suprpto, M.Si, Ph.D

## **Abstract:**

The replacement of flour with seaweed in the making of fish nuggets affect the texture of resulted nuggets. The texture of fish nugget that was made with fish and seaweed and the content of iron and calcium have been studied in this research. The optimization of ratio between fish and seaweed to get a better texture has been studied. Samples were prepared with wet destruction  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$  4,5:0,5. The best texture was obtained from nugget with fish : seaweed composition (4 : 1) g. The result of Fe content analysis in fish-seaweed nugget with AAS approximately 26,23 - 43,39 mg/kg and the content of Ca approximately 10580,48 - 22126,96 mg/kg.

**Keywords:** *Fish Nugget, Eucheuma denticulatum, Texture, Fe, Ca, Wet digestion and AAS.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Rumput Laut Terhadap Tekstur, Kadar Besi dan Kalsium Pada Pembuatan Nugget Ikan”** dengan baik. Sehingga dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Suprpto, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Tugas Akhir ini.
2. Dra. Sukesi, M.Si, (Alm) yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Tugas Akhir ini.
3. Lukman Atmaja, Ph.D, selaku dosen wali yang telah memberikan saran-saran dan dorongan semangat.
4. Hamzah Fansuri, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan materi dan spiritual.
6. Dwi Aries Sandy, mbk Siti, mas Suhadi dan seluruh keluarga besarku yang selalu memberi perhatian dan doa yang tak henti-hentinya.
7. Teman-teman mahasiswa Kimia FMIPA C29 yang selalu membantu, memberikan semangat, doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa naskah Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan. Semoga naskah Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 24 Juni 2015  
Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ikan Gabus ( <i>Channa striata</i> )	5
2.2 Rumput Laut	9
2.2.1 Rumput Laut Merah ( <i>E. denticulatum</i> )	10
2.3 Nugget Ikan	12
2.4 Mineral Besi	15
2.5 Mineral Kalsium	18
2.6 Analisis Kadar Air	20
2.7 Penentuan Kekerasan Nugget	22
2.8 Destruksi	23
2.8.1 Destruksi Basah	23
2.8.2 Destruksi Kering	25
BAB III METODOLOGI	27
3.1 Alat dan Bahan	27
3.1.1 Peralatan	27

3.1.2 Bahan	27
3.2 Pembuatan Nugget	27
3.2.1 Preparasi Rumput Laut	27
3.2.2 Preparasi Ikan Gabus	28
3.2.3 Pembuatan Nugget	28
3.3 Penentuan Kadar Air pada Sampel	29
3.4 Penentuan Kadar Fe	29
3.4.1 Pembuatan Larutan HNO <sub>3</sub> 1%	29
3.4.2 Pembuatan Larutan Kerja Fe 10 ppm	30
3.4.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi Standart Fe	30
3.4.4 Penentuan Kadar Fe dalam Nugget Ikan Rumput Laut	30
3.5 Penentuan Kadar Ca	31
3.5.1 Pembuatan Larutan Lanthanum	31
3.5.2 Pembuatan Larutan Kerja Ca 100 ppm	31
3.5.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi Standart Ca	31
3.5.4 Penentuan Kadar Ca dalam Nugget Ikan Rumput Laut	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil Identifikasi Jenis Rumput Laut Merah	35
4.2 Hasil Pembuatan Nugget Ikan Rumput Laut	36
4.2.1 Preparasi Rumput Laut	36
4.2.2 Pembuatan Nugget	37
4.3 Hasil Penentuan Kadar Air dan Kekerasan Nugget	38
4.4 Hasil Preparasi Sampel untuk Penentuan Kadar Fe dan Ca	42
4.5 Hasil Penentuan Kadar Fe	45
4.5.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi Fe	45
4.5.2 Hasil Perhitungan Fe	48
4.6 Hasil Penentuan Kadar Ca	50
4.6.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi Ca	50
4.6.2 Hasil Perhitungan Ca	53

4.7 Hasil Analisis Varians (ANOVA) Kadar Fe dan Ca pada Nugget Ikan Rumput Laut	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	59
<b>LAMPIRAN</b>	67
<b>BIODATA PENULIS</b>	103

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Kandungan Gizi Ikan Gabus (dalam 100 g bahan)	7
2.2	Perbedaan Ikan Segar dan Ikan Busuk	7
2.3	Klasifikasi <i>Eucheuma denticulatum</i>	11
2.4	Komposisi Kimia <i>Eucheuma denticulatum</i>	12
2.5	Persyaratan Mutu dan Keamanan Nugget Ikan	14
2.6	Batasan Kadar Hb	16
2.7	Kandungan Besi dalam Berbagai Jenis Makanan	17
2.8	Kandungan Kalsium dalam Berbagai Jenis Makanan	19
3.1	Variasi Komposisi Massa Nugget Ikan Rumput Laut	29
4.1	Hasil Analisis Kadar Air	40
4.2	Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Fe	46
4.3	Hasil Penentuan Kadar Fe	49
4.4	Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Ca	51
4.5	Hasil Penentuan Kadar Ca	54
4.6	Hasil Perhitungan ANOVA Kadar Fe dan Ca	56

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Ikan Gabus	5
2.2	Rumput Laut <i>Eucheuma denticulatum</i>	11
2.3	Nugget Ikan	13
4.1	Rumput Laut <i>Eucheuma denticulatum</i>	36
4.2	Perendaman Rumput Laut	37
4.3	Pengukusan Nugget	38
4.4	Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe	47
4.5	Kurva Kalibrasi Larutan Standar Ca	52

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ikan merupakan sumber pangan hewani yang sudah dikenal berbagai lapisan masyarakat diberbagai belahan negara. Di Indonesia, ikan merupakan sumber protein yang banyak dikonsumsi saat ini. Salah satu ikan yang berpotensi sebagai sumber protein adalah ikan gabus (*Channa striata*) atau di Jawa dikenal sebagai ikan “kutuk”. Ikan gabus merupakan salah satu jenis ikan air tawar. Ikan ini diperoleh dari penangkapan di perairan umum (Pudjirahayu, 1992). Ikan gabus diketahui mengandung senyawa-senyawa penting yang berguna bagi tubuh, diantaranya protein, lemak dan beberapa mineral seperti besi (0,9 mg/100g), kalsium (62 mg/100g), fosfor (176 mg/100g) serta beberapa vitamin (Sediaoetama, 1985). Sejauh ini belum ada yang melakukan inovasi pembuatan produk terhadap ikan gabus, sehingga perlu dilakukan pengetahuan baru terhadap pembuatan produk olahan yang berbahan dasar ikan gabus.

Produk nugget merupakan makanan yang digemari masyarakat umum, ketersediaannya di minimarket atau supermarket selalu kontinu dan menjadi favorit bagi anak-anak dan remaja. Nugget adalah suatu bentuk produk olahan daging yang terbuat dari daging giling yang telah dibumbui, kemudian dilumuri perekat tepung dan diselimuti tepung roti, digoreng setengah matang lalu dibekukan untuk mempertahankan mutunya selama penyimpanan (Tanoto, 1994). Namun nugget yang telah dikembangkan adalah berbahan baku ayam, sedangkan nugget dengan bahan baku ikan masih belum banyak dijumpai di pasaran. Pengembangan ikan gabus sebagai bahan baku nugget di sini sangat penting, terutama untuk membantu meningkatkan nilai ekonomis dan memperpanjang umur simpan ikan gabus. Selain itu keberadaan nugget ikan juga diharapkan mampu memenuhi

permintaan pasar khususnya masyarakat yang mengkonsumsi makanan cepat saji. Berdasarkan SNI 7758 (2013), nugget ikan merupakan produk olahan menggunakan lumatan daging ikan yang dicampur dengan bahan pengikat dan bahan lainnya.

Suatu makanan olahan memiliki tekstur yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat kadar air didalamnya. Selain itu, tekstur dan kadar air juga dapat dijadikan sebagai parameter kematangan suatu bahan. Pada umumnya digunakan berbagai jenis tepung sebagai bahan pengikat dalam pembuatan nugget seperti tepung maizena, tepung terigu dan tepung tapioka. Akan tetapi pada pembuatan nugget dengan bahan perekat tepung tersebut, tekstur pada nugget cenderung tidak renyah (Riganakos dan Kontaminas, 1995). Oleh karena itu digunakan alternatif lain yaitu rumput laut sebagai bahan untuk menggantikan tepung terigu pada pembuatan nugget.

Rumput laut merupakan penghasil karagenan (karagenanofit). Kadar karagenan yang terdapat pada rumput laut sebesar 62-68% (Alam, 2011). Dengan adanya kandungan karagenan, rumput laut tersebut dapat digunakan sebagai bahan tambahan makanan yang alami sesuai dengan SNI 01-0222-1995 yaitu sebagai pengemulsi, pemantap dan pengental. Rumput laut mengandung mineral makro dan mikro, antara lain Na, Ca, K, P, Mg, Zn, Mn, dan Fe. Dalam hal ini Na, Ca, K, Mg, dan P tergolong dalam mineral makro sedangkan Fe, Zn dan Mn merupakan dalam mineral mikro (Moreda-Pineiro dkk., 2007; Rao dkk., 2007). Selain mineral yang telah disebutkan diatas, rumput laut juga mengandung serat, protein dan rendah lemak (Galland-Imouli dkk., 1999). Kandungan mineral rumput laut dalam berat kering sebesar 7%-38% (Gracia-Casal dkk., 2007). Kandungan mineral dalam rumput laut mencapai 10-20 kali lipat jika dibandingkan dengan tanaman darat (Luning and Pang., 2003).

Beberapa jenis mineral yang ada dalam bahan olahan makanan menjadi unsur yang sangat penting mengingat manfaatnya yang begitu besar bagi tubuh. Mineral Fe dan Ca yang terkandung didalam ikan gabus dan rumput laut tergolong dalam mineral esensial. Mineral esensial umumnya bermanfaat dalam proses pertumbuhan dan pemulihan kesehatan (Masita, 2015). Anemia dan osteoporosis dapat terjadi apabila tubuh kekurangan mineral Fe dan Ca.

Dari uraian diatas maka dapat kita ketahui manfaat kedua mineral Fe dan Ca, sehingga membuat ketertarikan peneliti untuk menganalisis kandungan kedua mineral tersebut. Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis tekstur terbaik serta kadar mineral Fe dan Ca dalam nugget ikan rumput laut yang terbuat dari ikan gabus dan rumput laut merah. Penentuan komposisi ikan gabus dan rumput laut merah dalam pembuatan nugget ikan pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang komposisi yang tepat untuk menghasilkan nugget ikan dengan tekstur terbaik serta menghasilkan kadar Fe dan Ca yang dapat membantu sumber makanan yang memenuhi kebutuhan kedua mineral tersebut.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Pada pembuatan nugget dengan bahan baku ikan dan tepung menghasilkan tekstur nugget yang padat sehingga tidak renyah pada saat dimakan. Tekstur perlu diperbaiki melalui penggantian tepung dengan bahan lain yang bersifat seperti tepung. Pada penelitian ini bahan yang dipilih adalah rumput laut. Penggantian ini menimbulkan masalah baru karena rumput laut mempunyai kadar air yang tinggi, sehingga tekstur nugget yang terbentuk sangat terpengaruh. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi komposisi ikan dan rumput laut agar diperoleh tekstur yang baik. Selain itu adanya Fe dan Ca dalam rumput laut yang tinggi maka nugget yang dihasilkan dari ikan dan rumput laut mempunyai

komposisi Fe dan Ca yang tinggi yang dapat digunakan sebagai tambahan kebutuhan kedua mineral tersebut untuk kebutuhan harian kedua mineral tersebut. Secara otomatis jika sudah didapatkan tekstur yang terbaik maka dapat diketahui peningkatan kadar Fe dan Ca sebelum dan setelah digunakan rumput laut.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah penentuan kadar mineral Fe dan Ca dalam nugget ikan rumput laut. Nugget ikan rumput laut terbuat dari ikan gabus dan bahan pengikatnya yaitu rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*) dengan berbagai perbandingan komposisi secara spektrometri serapan atom (AAS).

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tekstur terbaik serta kadar mineral Fe dan Ca dalam nugget ikan rumput laut dengan berbagai perbandingan komposisi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan peneliti dapat memberikan informasi mengenai tekstur terbaik serta mineral Fe dan Ca dalam nugget ikan rumput laut dengan berbagai perbandingan komposisi sehingga menghasilkan nugget dengan tekstur terbaik serta kadar Fe dan Ca yang dapat membantu sumber makanan yang memenuhi kebutuhan kedua mineral tersebut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ikan Gabus (*Channa striata*)**

Ikan gabus (*Channa striata*) tergolong ikan air tawar yang bersifat karnivora yang suka memakan hewan lain yang lebih kecil seperti udang, ketam, plancton dan udang renik. Ikan gabus ini memiliki ciri-ciri fisik antara lain memiliki bentuk tubuh hampir bulat, panjang dan semakin ke belakang berbentuk pipih. Bagian punggung cembung, perut rata dan kepala pipih seperti ular (*snakehead*). Warna tubuh pada bagian punggung hitam dan sedikit belang serta bagian perut berwarna krem atau putih. Djuhanda (1981) menjelaskan bahwa sirip ikan gabus tidak memiliki jari-jari yang keras, mempunyai sirip punggung dan sirip anal yang panjang dan lebar, sirip ekor berbentuk setengah lingkaran, sirip dada lebar dengan ujung membulat. Panjang ikan gabus dapat mencapai 90-100 cm. Morfologi ikan gabus dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Ikan Gabus**

Ikan gabus dikenal dengan banyak nama. Ada yang menyebutnya sebagai aruan, haruan (Melayu dan Banjar), kocolan (Betawi), bayong, boho, licingan, kutuk (Jawa). Dalam bahasa Inggris, ikan gabus juga disebut dengan berbagai nama, seperti common snakehead, snake-head

murrel, chevron snakehead, striped snakehead. Untuk nama ilmiahnya adalah *Channa striata* (Bloch, 1793) dan ada juga yang menyebutnya *Ophiocephalus striatus*. Adapun klasifikasi Ikan gabus (*Channa striata*) menurut (Kottelat, 1993) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Divisi	: Chordata
Kelas	: Pisces
Ordo	: Labyrinthici
Family	: Channidae
Genus	: Channa
Spesies	: <i>C. striata</i>

Suprayitno (2006), protein ikan gabus segar bisa mencapai 25,2%, albumin ikan gabus bisa mencapai 6,224 g/100 g daging ikan gabus, selain itu di dalam ikan gabus juga terkandung mineral yang erat kaitannya dengan proses penyembuhan luka, perkembangan sel maupun pembentukan jaringan sel baru yaitu Zn, mineral Ca untuk pencegahan osteoporosis serta mineral Fe untuk pencegahan anemia (Sediaoetama, 1985). Kandungan gizi ikan gabus menurut (Soediaoetama, 1998) disajikan pada Tabel 2.1. Selain itu, kadar lemak ikan gabus relatif rendah dibandingkan kadar lemak jenis ikan lainnya (tongkol 24,4 % dan lele 11,2 % lemak) memungkinkan umur simpan ikan gabus lebih panjang karena kemungkinan mengalami ketengikan lebih lama.

**Tabel 2.1 Kandungan Gizi Ikan Gabus (dalam 100 g bahan)**

<b>Unsur Gizi</b>	<b>Jumlah</b>
Energi (kal)	116
Protein (g)	25,2
Lemak (g)	1,7
Besi (mg)	0,9
Kalsium (mg)	62
Fosfor (mg)	176
Air (g)	69,6
Vit. A (SI)	150
Vit. B (mg)	0,04

Namun, ikan segar mudah sekali menjadi busuk. Oleh sebab itu kita perlu mengetahui sifat-sifat fisik yang membedakan antara ikan yang segar dan ikan yang busuk. Ikan yang busuk tidak baik untuk dikonsumsi karena mengandung banyak bakteri yang dapat membahayakan kesehatan serta kandungan gizi yang terdapat didalam ikanpun akan berkurang. Perbedaan fisik ikan segar dan ikan busuk dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Sediaoetama, 1985).

**Tabel 2.2 Perbedaan Ikan Segar dan Ikan Busuk**

<b>Bagian</b>	<b>Ikan Segar</b>	<b>Ikan Busuk</b>
Mata	Cemerlang, kornea bening, pupil hitam, mata cembung	Redup, tenggelam, pupil mata kelabu, tertutup lender
Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang, tidak berbau	Warna pucat atau gelap, keabuan atau berlendir, bau busuk
Lendir	Terdapat lendir alami menutupi ikan yang baunya khas menurut jenis ikan, warna	Berwarna kekuningan dan baunya tidak enak, lendirnya susah hilang

	lendirnya bening atau tidak berwarna	
Kulit	Cemerlang, belum pudar, warna asli kontras	Rada pudar
Sisik	Melekat kuat, mengkilap dengan tanda warna khusus tertutup lendir yang jernih	Banyak yang lepas, tanda warna khusus memudar dan kelamaan menghilang
Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila ditekan tidak ada bekas jari	Lunak, tekstur berubah, bila ditekan ada bekasnya, tidak elastic
Darah	Darah sepanjang tulang belakang segar, merah, konsistensi normal	Darah sepanjang tulang belakang berwarna gelap, sering diikuti bau
Sayatan	Bila ikan dibelah daging melekat kuat pada tulang terutama pada rusuknya	Bila dibelah daging mudah lepas dari tulang rusuknya, tulang rusuk menonjol keluar
Bau	Segar seperti air laut atau rumput laut	Mulai dengan bau yang tidak enak, makin kuat menusuk lalu timbul bau busuk yang khusus dan menusuk hidung
Kondisi	Bebas dari parasit apapun, tanpa luka atau kerusakan pada bagian ikan	Banyak terdapat parasit, badannya banyak luka
Tulang	Tulang belakang berwarna abu-abu	Tulang belakang berwarna kuning

Ikan gabus banyak ditemukan di sungai-sungai dan rawa. Kadang-kadang terdapat di air payau berkadar garam rendah (Brotowijoyo, 1995). Lebih lanjut Djuhanda (1981) menjelaskan bahwa ikan ini hidup di muara-muara sungai, danau dan dapat pula hidup di air kotor dengan kadar oksigen rendah, bahkan tahan terhadap kekeringan. Pudjirahayu dkk., (1992) menempatkan ikan gabus sebagai hasil perikanan darat dengan daerah penangkapan di perairan umum wilayah Indonesia, diantaranya : Jawa, Sumatra, Sulawesi, Bali, Lombok, Singkep, Flores, Ambon, dan Maluku dengan nama yang berbeda.

## **2.2 Rumput Laut**

Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Rumput laut banyak ditemukan di dasar perairan. Rumput laut tergolong tanaman berderajat rendah, umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya menyerupai batang yang disebut thallus. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya di karang, lumpur pasir, batu dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut juga dapat melekat pada tumbuhan lain seperti epifit (Davidson, 1980). Dalam pertumbuhannya, zat hara diserap dari media air melalui seluruh kerangka tubuhnya yang biasa disebut thallus. Bentuk percabangan thallus juga bermacam-macam antara lain, dichotomus (bercabang dua terus menerus), pectinate (berderet searah pada satu sisi thallus utama), ferticillate (cabangnya berpusat melingkari aksis atau sumbu utama), serta sederhana, tidak bercabang. (Aslan, 1991).

Kandungan utama rumput laut adalah karbohidrat sebagai polisakarida kompleks berupa serat. Disamping itu rumput laut juga mengandung protein, sedikit lemak, abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalium, vitamin-vitamin seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12

dan C, betakaroten, mineral seperti kalium, kalsium, fosfor, natrium, zat besi dan iodium (Jana-Anggadiredjo, 2006). Rumput laut juga merupakan biodata laut penghasil senyawa hidrokoloid seperti karaginan, agar dan alginat (Booth, 1975).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut antara lain jenis substrat, cahaya matahari dan kondisi laut tempat rumput laut tersebut hidup. Cahaya matahari adalah faktor utama yang sangat dibutuhkan oleh tanaman laut, sehingga pada kedalaman yang sudah tidak tembus oleh cahaya matahari maka rumput laut tidak dapat tumbuh (Soegiarto et al, 1978). Seperti halnya tumbuhan lain, reproduksi rumput laut secara umum meliputi reproduksi generatif (seksual) dengan gamet (Bold dan Wynne, 1985), reproduksi vegetatif (aseksual) dengan spora dan reproduksi fragmentasi dengan potongan thallus (stek) (Aslan, 1998).

Secara taksonomi rumput laut diklarifikasikan kedalam divisio *Thalophyta*. Divisio ini mempunyai empat kelas besar yaitu: *Chlorophyceae* (**rumput laut hijau**), *Phaeophyceae* (rumput laut coklat), *Rhodophyceae* (rumput laut merah) serta *Cyanophyceae* (rumput laut biru-hijau) (Sediadi & Budihardjo, 2000). Rumput laut biru-hijau dan rumput laut hijau berkembang di air tawar sedangkan untuk rumput laut merah dan rumput laut coklat hidup dan berkembang di air laut (Winarno, 1990).

### **2.2.1 Rumput Laut Merah (*Eucheuma denticulatum*)**

Dalam dunia perdagangan, rumput laut jenis ini dikenal dengan istilah spinosum yang berarti duri yang tajam. *Eucheuma denticulatum* merupakan salah satu kelompok alga merah yang berpotensi dan sangat banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Rumput laut tersebut tumbuh dan melekat pada rata-rata terumbu karang, batu karang, batuan, benda keras dan cangkang kerang. Seperti halnya rumput laut jenis lainnya, *Eucheuma denticulatum* hanya mungkin hidup pada kedalaman sejauh sinar matahari masih mampu mencapainya

(lapisan fotik) hal tersebut bertujuan agar tercapainya proses fotosintesis (Aslan, 1998). Ciri fisik *Eucheuma denticulatum* adalah, memiliki thallus silindris, licin dan kenyal, berwarna merah atau merah coklat yang disebabkan oleh pigmen fikoeritin. Spesies ini memiliki duri-duri yang tumbuh berderet melingkari thallus dengan percabangan tumbuh berlawanan sehingga terbentuk ruas-ruas thallus di antara lingkaran duri dengan ujung percabangan yang meruncing (Murdinah, 2011). Tabel 2.3 menunjukkan klasifikasi *Eucheuma denticulatum* menurut Anggadireja dkk., (2006) adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.3 Klasifikasi *Eucheuma denticulatum***

Taksonomi	
Divisi	Rhodophyta
Kelas	Rhodophyceae
Bangsa	Gigartinales
Suku	Solierisaceae
Marga	<i>Eucheuma</i>
Jenis	<i>Eucheuma spinosum</i> ( <i>E. denticulatum</i> )

Rumput laut *Eucheuma denticulatum* tampak pada gambar 2.2 berikut.



**Gambar 2.2 Rumput laut *Eucheuma denticulatum***

*Eucheuma denticulatum* memiliki kandungan kimia Karaginan. Karaginan memiliki banyak kegunaan dalam bidang pangan antara lain memperbaiki tekstur buah, peningkatan daya simpan bahan pangan. Selain itu karagin juga berfungsi sebagai penstabil, pensuspensi, pengikat, *firming agent* (bahan peneras), *film former* (mengikat suatu bahan), *syneresis inhibitor* (mencegah terjadinya pelepasan air) serta *flocculating agent* (mengikat bahan-bahan) (Anggadiredja dkk., 1996). Komposisi kimia *Eucheuma denticulatum* dalam 100 g bahan dapat dilihat pada Tabel 2.4 (Diharmi dkk., 2011; Mtolera, 2003). *Eucheuma denticulatum* banyak ditemukan dan dibudidayakan di sepanjang pesisir perairan Indonesia yang dangkal seperti Kepulauan Riau, Lampung, Kepulauan Seribu, Bali, Lombok, Flores, Sumba, Kepulauan Karimunjawa dan Jawa Tengah (Poncomulyo dkk., 2006).

**Tabel 2.4 Komposisi Kimia *Eucheuma denticulatum***

<b>Komposisi kimia</b>	<b>Jumlah</b>
Karbohidrat (%)	55,52
Kadar Protein (%)	5,59±0,32
Kadar Lemak (%)	0,02±0,01
Kadar Air (%)	19,92±2,15
Kadar Abu (%)	18,95±0,10
Fe (mg/100g)	13
Cu (mg/100g)	1,7
Zn (mg/100g)	7,5
Mn (mg/100g)	13
Ca (mg/100g)	329,69

### 2.3 Nugget Ikan

Definisi nugget ikan menurut SNI 7758-2013 adalah produk olahan hasil perikanan dengan lumatan daging ikan minimum 30%, dicampur dengan tepung dan bahan-bahan

lainnya yang dibaluri dengan tepung pengikat, dimasukkan dalam adonan batter mix selanjutnya dilapisi tepung roti dan mengalami pemasakan. Bentuk umum nugget ikan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3 Nugget Ikan**

Nugget ikan tidak jauh beda dengan nugget lainnya, perbedaannya terletak pada bahan baku pembuatan nugget. Jenis ikan yang digunakan akan mempengaruhi kualitas nugget yang dihasilkan. Nugget ikan adalah suatu bentuk olahan dari daging ikan yang digiling halus dan dicampur dengan bahan pengikat, serta diberi bumbu-bumbu dan dikukus yang kemudian dicetak menjadi bentuk tertentu serta dilapisi dengan tepung roti, kemudian digoreng atau dibekukan terlebih dahulu sebelum digoreng. Persyaratan mutu dan keamanan nugget ikan dapat dilihat pada Tabel 2.5 (SNI, 2013).

**Tabel 2.5 Persyaratan Mutu dan Keamanan Nugget Ikan**

<b>Parameter uji</b>	<b>Satuan</b>	<b>Persyaratan</b>
<b>a. Sensori</b>		Min 7 (Skor 3-9)
<b>b. Kimia</b>		
- Kadar air	%	Maks 60,0
- Kadar abu	%	Maks 2,5
- Kadar protein	%	Min 5,0
- Kadar lemak	%	Maks 15,0
<b>c. Cemaran mikroba</b>		
- ALT	koloni/g	Maks $5 \times 10^4$
- Escherichia coli	APM/g	< 3
- Salmonella	-	Negatif/25 g
- Vibrio cholera*	-	Negatif/25 g
- Staphylococcus aureus*	-	Maks $1 \times 10^2$
	koloni/g	
<b>d. Cemaran logam*</b>		
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,1
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,5
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,3
- Arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0
- Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40,0
<b>e. Cemaran fisik</b>		
- Filth	-	0
<b>CATATAN*</b> Bila diperlukan		

Beberapa penelitian sebelumnya melakukan penelitian tentang pengaruh bahan pengikat terhadap produk nugget. Pada umumnya bahan pengikat yang digunakan berupa tepung terigu dan masih sedikit yang meneliti pengaruh bahan pengikat produk nugget dengan rumput laut khususnya rumput laut jenis *Eucheuma denticulatum*, dimana *Eucheuma denticulatum* memiliki kandungan kimia karaginan. Karaginan memiliki banyak kegunaan dalam

bidang pangan antara lain memperbaiki tekstur buah, peningkatan daya simpan bahan pangan. Selain itu karagin juga berfungsi sebagai penstabil, pensuspensi, pengikat, *firming agent* (bahan pengeras), *film former* (mengikat suatu bahan), *syneresis inhibitor* (mencegah terjadinya pelepasan air) serta *flocculating agent* (mengikat bahan-bahan) (Anggadiredja dkk., 1996).

## 2.4 Mineral Besi

Besi merupakan salah satu mineral penting yang dibutuhkan manusia. Di dalam makanan, besi berupa ion-ion yaitu  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$ . Adanya unsur besi didalam tubuh berfungsi untuk memenuhi kebutuhan akan unsur tersebut dalam mengatur metabolisme tubuh. Peran zat besi berhubungan dengan kemampuan dalam reaksi oksidasi dan reduksi. Secara kimia, zat besi merupakan unsur yang sangat reaktif sehingga mampu berinteraksi dengan oksigen. Dalam keadaan tereduksi, zat besi akan kehilangan dua elektron sehingga memiliki dua sisa muatan positif ( $\text{Fe}^{2+}$ /fero). Adapun dalam keadaan teroksidasi, zat besi kehilangan tiga elektron sehingga memiliki tiga sisa muatan positif ( $\text{Fe}^{3+}$ /feri). Karena dapat berada dalam dua bentuk ion ini, zat besi berperan dalam proses respirasi sel, yaitu sebagai kofaktor bagi enzim-enzim yang terlibat dalam reaksi oksidasi reduksi. Selain itu sebagian besar zat besi berada dalam hemoglobin (Hb), Hb di dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbon dioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Zat besi juga berperan dalam pembentukan sel-sel limfosit (DRIs, 2004).

Didalam tubuh manusia rata-rata terdiri dari 3,5 gram mineral besi (untuk laki-laki 4 gram, perempuan 3 gram). Namun, mineral besi yang dapat diserap oleh tubuh dari makanan sekitar 10%. Kecukupan zat besi rata-rata perhari sebesar 26 mg/hari (BPOM, 2007). Defisiensi zat besi

merupakan kurangnya zat besi yang mana disebabkan oleh tidak tersedianya zat besi atau banyaknya zat besi yang hilang karena pendarahan, kehamilan dan jalan pengeluran lainnya. Apabila tubuh kekurangan zat besi maka dapat menyebabkan anemia. Anemia merupakan suatu keadaan penurunan konsentrasi hemoglobin dalam darah sampai kadar di bawah 11 g/dL. Batasan normal kadar hemoglobin sesuai dengan kelompok usia dan jenis kelamin tertentu dapat dilihat pada Tabel 2.6 (Supriasa dkk., 2002). Namun jika jumlah kadar besi yang dikonsumsi terlalu berlebihan, hal ini akan membahayakan kesehatan seperti menyebabkan kerusakan hati, diabetes dan penyumbatan pembuluh jantung. Kadar besi pada setiap jenis makanan berbeda-beda seperti tertera ada Tabel 2.7 (Belitz, 2009).

**Tabel 2.6 Batasan Kadar Hb**

<b>Kelompok</b>	<b>Batasan nilai Hb (g/dL)</b>
Bayi, balita	11
Anak usia sekolah	12
Wanita dewasa	12
Laki-laki dewasa	13
Ibu hamil	11
Ibu menyusui > 3 bulan	12

**Tabel 2.7 Kandungan Besi Dalam Berbagai Jenis Makanan**

<b>Nama makanan</b>	<b>Kandungan (mg/100 gram bahan)</b>	<b>Nama makanan</b>	<b>Kandungan (mg/100 gram bahan)</b>
Anggur	0,17	Kacang hijau	6,7
Strawberry	0,64	Tempe	10,0
Jeruk	0,19	kacang merah	5,0
Apel	0,25	Kacang kedelai	8,0
Gula kelapa	2,8	Biscuit	2,7
Pisang ambon	0,5	Roti	1,5
Sawi putih	0,4	Tepung gandum	2,3
Kentang	0,43	Tepung beras	0,9
Jamur	1,26	Beras	1,2
Kacang panjang	6,2	Kerang	7,1
Kelapa tua	2,0	Udang segar	8,0
Kangkung	2,5	Ikan sarden	1,5
Bayam	3,9	Ikan makarel	1,0
Sawi	2,9	Ikan segar	2,0
Daun katuk	2,7	Hati ayam	7,4
Tomat	0,3	Daging ayam	1,5
Daun singkong	2,0	Telur bebek	2,8
Jagung kuning	2,4	Kuning telur	7,2
Seledri	0,5	Putih telur	0,2
Wortel	0,39	Hati sapi	6,6
Kol	0,2-0,5	Daging sapi	2,8

## 2.5 Mineral Kalsium

Kalsium merupakan salah satu mineral yang banyak ditemukan dalam tubuh. Sekitar 99% kalsium terdapat dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi terutama dalam bentuk kalsium fosfat yang umum dikenal sebagai kristal hydroxylapatit [ $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ], 1% sisanya terdapat dalam darah dan jaringan tubuh lainnya. Densitas tulang berbeda menurut umur, meningkat pada bagian pertama kehidupan dan menurun secara berangsur setelah dewasa. Di dalam cairan ekstraselular dan intraselular kalsium memegang peranan penting dalam mengatur fungsi sel, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah dan menjaga permeabilitas membran sel. Kalsium juga mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan (Almatsier, 2004).

Dalam keadaan normal sebanyak 30-50% kalsium yang dikonsumsi diabsorb didalam tubuh. Kemampuan absorpsi lebih tinggi pada masa pertumbuhan dan menurun pada proses menua. Kemampuan absorpsi pada laki-laki lebih tinggi daripada perempuan pada semua golongan usia (Almatsier, 2004). Absorpsi kalsium terutama terjadi dibagian atas usus halus yaitu duodenum. Dalam keadaan normal, sekitar 1000 mg  $\text{Ca}^{2+}$  yang rata-rata dikonsumsi perhari hanya sekitar dua pertiga yang diserap di usus halus dan sisanya dikeluarkan melalui feses (Sherwood, 2001). Kecukupan kalsium rata-rata perhari sebesar 800 mg/hari (BPOM, 2007).

Heaney (2000) dalam *Journal of the American Collage of Nutrition* mengatakan asupan kalsium berkaitan dengan status tulang. Selama 25 tahun ada paling sedikit 139 laporan terpublikasi di Inggris yang memaparkan hubungan antara asupan kalsium dan status tulang (massa tulang, keseimbangan kalsium, kehilangan tulang atau fraktur). Dari 86 studi observasional, 69 pada orang dewasa, 17 pada anak-anak dan ditemukan 64 hasil studi mengenai hubungan positif bermakna antara asupan kalsium dan massa tulang,

kehilangan tulang atau fraktur. Kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan. Tulang kurang kuat, mudah bengkok dan rapuh. Semua orang dewasa, terutama setelah usia 50 tahun kehilangan kalsium dari tulangnya. Tulang menjadi rapuh dan mudah patah. Hal ini dinamakan osteoporosis yang dapat dipercepat oleh keadaan stress sehari-hari. Osteoporosis lebih banyak terjadi pada wanita daripada laki-laki dan lebih banyak pada orang berkulit putih daripada berkulit hitam. Disamping itu osteoporosis lebih banyak terjadi pada perokok dan peminum alkohol (Almatsier, 2004). Namun jika jumlah kadar kalsium yang dikonsumsi terlalu berlebihan, hal ini akan membahayakan kesehatan seperti menyebabkan batu ginjal atau gangguan ginjal. Disamping itu dapat menyebabkan konstipasi (susah buang air besar). Kelebihan kalsium bisa terjadi jika mengkonsumsi suplemen kalsium berupa tablet atau bentuk lain (Almatsier, 2004). Kadar kalsium pada setiap jenis makanan berbeda-beda seperti tertera ada Tabel 2.8 (Instalasi Gizi Perjan RSCM dan Asosiasi Dietisien Indonesia, 2005).

**Tabel 2.8 Kandungan kalsium Dalam Berbagai Jenis Makanan**

<b>Nama makanan</b>	<b>Kandungan (mg/100 gram bahan)</b>	<b>Nama makanan</b>	<b>Kandungan (mg/100 gram bahan)</b>
Beras giling	59	Tepung terigu	22
Beras tumbuk	72	Kentang	63
Beras ketan hitam	10	Singkong	77
Tapai ketan	8	Talas	47

hitam			
Beras ketan putih	13	Ubi jalar	51
Tapai ketan putih	6	Biji jambu mete	416
Beras merah tumbuk	15	Jengkol	29
Kacang hijau	223	Bayam kukus	239
Kacang kedelai	222	Bayam rebus	150
Tempe gambus	204	Buncis	107
Tahu	223	Daun katuk	233
Kacang tanah	316	Daun pakis	136
Daun singkong	166	Kulit melinjo	117
Kangkung	70	Selada air segar	95
Ketimun	291	Toge segar	166
Tomat merah	8	Cumi-cumi	32
Wortel	45	Gabus	90
Apel	9	Kerang	321
Nanas	22	Mujair	96
Pisang ambon	20	Teri segar	500
Salak bali	94	Udang segar	135
Sawo	18	Ayam	14
Telur ayam	67	Daging sapi	11
Telur bebek	100	Susu sapi	143
Belut	390	Tepung sagu	13

## 2.6 Analisis Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi *acceptability*,

kenampakan, kesegaran, tekstur, serta cita rasa pangan. Kadar air merupakan suatu pengukuran terhadap material volatil yang berpindah dari sampel pada pemanasan di bawah kondisi temperatur yang telah ditetapkan. Penentuan kadar air dapat menjadi salah satu analisis yang penting untuk produk makanan dan masih menjadi salah satu hal yang tersulit dalam hal memperoleh tingkat presisi dan akurasi yang cukup (Nielsen, 2003).

Metode pengeringan dengan oven merupakan suatu metode yang sering digunakan. Pada metode ini, air dikeluarkan dari bahan dengan tekanan udara (760 mmHg) sehingga air menguap pada suhu 100-105°C. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan atau kandungan air dalam sampel (Herawati, 2011). Prosedur dan perhitungan kadar air adalah sebagai berikut. Sampel sebanyak 5 g di oven selama 2,5 jam, dipindahkan kedalam desikator, ditimbang. Dilakukan peralukuan yang sama hingga memperoleh massa konstan. Bobot dianggap konstan apabila selisih penimbangan tidak melebihi 0,2 mg. Kadar air dalam suatu bahan berdasarkan berat basah dan berat kering dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Kadar air (kering)} = \frac{m_1 - (m_2 - m_3)}{(m_2 - m_3)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air (basah)} = \frac{m_1 - (m_2 - m_3)}{m_1} \times 100\%$$

Keterangan :

$m_1$  = massa cawan kering yang sudah konstan

$m_2$  = massa sampel awal

$m_3$  = massa cawan dan sampel kering yang sudah konstan

Selain metode oven seperti diatas, terdapat pula metode oven vakum yang digunakan untuk produk yang mengandung komponen yang dapat terdekomposisi pada suhu 100°C, relatif banyak mengandung senyawa volatil. Prinsip dari metode oven-vakum adalah mengeringkan produk didalam suatu tempat yang dapat dikurangi tekanan udaranya atau di vakumkan. Dengan demikian proses pengeringan dapat berlangsung pada suhu dan tekanan rendah. Prosedur dan perhitungan kadar air dengan metode oven-vakum adalah sama dengan metode oven seperti diatas (Legowo dan Nurwantoro, 2004).

Terdapat pula metode destilasi dalam penentuan kadar air. Metode destilasi digunakan untuk bahan yang banyak mengandung lemak dan komponen mudah menguap disamping air. Jadi metode ini menggunakan sampel dengan sifat yang sama dengan sampel yang digunakan pada metode oven-vakum. Prinsip pengukuran kadar air dengan metode destilasi adalah menguapkan air bahan dengan cara destilasi menggunakan pelarut yang kemudian air ditampung dalam tabung yang diketahui volumenya. Dimana pelarut yang digunakan pada umumnya mempunyai titik didih lebih besar daripada air akan tetapi mempunyai berat jenis yang lebih kecil daripada air misalnya saja toluene, xylen dan benzen. Prosedur metode destilasi diawali dengan pemberian pelarut sebanyak ( $\pm$  75-100 mL) pada sampel yang diperkirakan mengandung air sebanyak 2-5 mL. Campuran ini kemudian dipanaskan hingga mendidih. Uap air dan pelarut diembunkan kemudian ditampung didalam tabung. Air dan pelarut akan saling terpisah dan dapat ditentukan volumenya berdasarkan skala pada tabung penampung (Boyd, 1970).

## **2.7 Penentuan Kekerasan Nugget**

Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan struktur ditata serta digabung menjadi mikro dan makro struktur (DeMan, 1997).

Tekstur merupakan sifat fisik dan morfologi bahan yang meliputi tingkat kekerasan, kelenturan, kekasaran, keempukan, kehalusan dan kekenyalan suatu bahan. Suatu makanan olahan memiliki tekstur yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat kadar air didalamnya. Selain itu, tekstur dan kadar air juga dapat dijadikan sebagai parameter kematangan suatu bahan. Menurut Lee dkk (2008), kekerasan merupakan besarnya gaya tekan yang diperlukan untuk memecahkan produk padat. Penelitian yang dilakukan Masita (2015) untuk uji kekerasan pada nugget ikan rumput laut dengan alat penetrometer (model PNR 10).

## **2.8 Destruksi**

Menurut SNI 2354.5 (2011) destruksi didefinisikan sebagai proses perombakan dengan bantuan panas dan asam untuk melepaskan unsur-unsur logam dimana bahan organik dirombak menjadi bahan anorganik. Metode destruksi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu destruksi basah dan destruksi kering, yang mana bertujuan untuk menguraikan atau merombak logam organik menjadi logam anorganik bebas. Pemilihan cara tersebut tergantung pada sifat zat organik atau anorganik yang terdapat di dalam bahan mineral yang akan dianalisis.

### **2.8.1 Destruksi Basah**

Destruksi basah merupakan perombakan zat organik menjadi anorganik dengan cara mengoksidasi komponen organik dari sampel dengan oksidator kimia seperti asam kuat baik tunggal maupun campuran. Destruksi ini biasanya digunakan untuk preparasi sampel yang mana unsur-unsur didalamnya mudah menguap. Terdapat beberapa pelarut yang digunakan untuk destruksi basah antara lain  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{HCl}$ . Penggunaan satu macam asam sebagai oksidator kurang baik karena destruksi pada sampel kurang sempurna. Misalnya saja  $\text{HNO}_3$  walaupun dapat mengoksidasi

dengan baik namun sangat cepat habis bahkan sebelum semua sampel terdestruksi serta  $H_2SO_4$  membutuhkan waktu oksidasi yang sangat lama. Maka untuk menutupi kelemahan tersebut, digunakan pelarut campuran dalam destruksi basah. Menurut Carius (1865), destruksi dengan pelarut campuran akan memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan pelarut tunggal. Pelarut campuran yang biasa digunakan antara lain  $HNO_3 - H_2O_2$ ,  $HNO_3 - H_2SO_4$ ,  $HNO_3 - HClO_4$ ,  $HNO_3 - HCl$ . Destruksi ini biasanya dilakukan dengan pemanasan di atas *hot plate* selama 4-10 jam (Anonim, 1991).

Beberapa penelitian pada umumnya banyak yang menggunakan asam nitrat sebagai agen pengoksidasi dengan dikombinasi asam kuat lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Aydin (2008) dalam menganalisis makro dan trace elemen pada sampel bulu dengan membandingkan keefektifan campuran asam  $HNO_3 - H_2O_2$  dengan  $HNO_3 - HCl$ . Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa hasil destruksi dengan kombinasi asam  $HNO_3 - H_2O_2$  lebih efektif, hanya membutuhkan waktu yang singkat serta tidak membutuhkan temperatur yang tinggi dalam mendekomposisi sampel. Pernyataan tersebut juga diperkuat oleh Demirel dkk (2008) dalam penelitiannya yang menganalisis sampel makanan dengan membandingkan keefektifan campuran asam  $HNO_3 - H_2O_2$ ,  $HNO_3 - H_2SO_4$ ,  $HNO_3 - HClO_4$ ,  $HNO_3 - HCl$ . Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa campuran asam  $HNO_3 - H_2O_2$  pada destruksi basah lebih efektif karena sifatnya yang cocok untuk mendekomposisi semua jenis sampel dan semua jenis elemen mineral dengan hasil *recovery* yang paling baik (Kusuma, 2013)

Larrea-Marín dkk (2010) dalam penelitiannya mendestruksi logam mineral makro dan trace elemen dalam rumput laut jenis *Laminaria* dan *Porphyra* dari empat Negara yang berbeda dengan campuran asam  $HNO_3$  dan  $H_2O_2$  dengan perbandingan 4,5:0,5 untuk mendestruksi sampel. Hasil destruksi akan optimal jika meninjau kembali perbedaan

konsentrasi antara campuran asam  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ , variasi waktu destruksi, banyak daya oven microwave (Masita, 2015).

### **2.8.2 Destruksi Kering**

Destruksi kering merupakan perombakan organik logam di dalam sampel menjadi logam-logam anorganik dengan jalan pengabuan sampel dalam muffle furnace dan memerlukan suhu pemanasan tertentu. Pada umumnya dalam destruksi kering ini dibutuhkan suhu pemanasan antara 400-800°C, tetapi suhu tersebut sangat bergantung pada jenis sampel yang akan dianalisis. Terdapat beberapa logam seperti Pb dan Cd dapat teruapkan selama proses pengabuan, sehingga untuk menentukan suhu pengabuan dengan sistem ini terlebih dahulu ditinjau jenis logam yang akan dianalisis. Bila oksida-oksida logam yang terbentuk bersifat kurang stabil, maka perlakuan ini tidak memberikan hasil yang baik. Untuk logam Fe, Cu dan Zn oksida yang terbentuk adalah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , FeO, CuO dan ZnO. Semua oksida logam ini cukup stabil pada suhu pengabuan yang digunakan. Oksida-oksida ini kemudian dilarutkan kedalam pelarut asam kuat baik tunggal maupun campuran, setelah itu dianalisis menurut metode yang digunakan. Metode yang digunakan untuk penentuan logam-logam tersebut yaitu metode Spektrofotometer Serapan Atom (Raimon, 1993).

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Alat dan Bahan**

#### **3.1.1 Peralatan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas peralatan kimia dan non kimia. Peralatan kimia adalah seperangkat alat spektrofotometer serapan atom nyala (AAS) (shimadzu), oven, desikator, *hot plate*, neraca analitik, corong, beaker gelas, pipet tetes, labu ukur, erlenmeyer, pipet volume, kaca arloji, pro pipet, *magnetic stirrer*, botol semprot, cawan porselin, mortar dan vial. Peralatan non kimia adalah pisau, *blender*, alat pengukus, talenan.

#### **3.1.2 Bahan**

Berikut merupakan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*), larutan stock Fe 1000 ppm, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35%, HNO<sub>3</sub> 65%, HCl pekat, larutan stock Ca 1000 ppm, padatan La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, akuademineralta, dan kertas saring whatman no.42. Untuk bahan-bahan pembuatan nugget adalah rumput laut merah, ikan gabus, bawang putih, bawang merah, lada bubuk dan garam.

### **3.2 Pembuatan Nugget**

#### **3.2.1 Preparasi Rumput Laut**

Rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*) yang sudah diketahui taksonominya diuji di Laboratorium Biologi Universitas Airlangga, direndam dalam air tawar selama 24 jam kemudian dibilas dengan air bersih (Asben, 2007). Setelah itu rumput laut merah tersebut dihaluskan dengan

*blender* guna uji selanjutnya yaitu penentuan kadar air dan analisis kadar mineral didalamnya.

### **3.2.2 Preparasi Ikan Gabus**

Ikan gabus (*Channa striata*) dicuci dengan air bersih selanjutnya dibuang sisik dan isi perutnya, kemudian diambil bagian daging ikan dengan cara memfilet ikan gabus tersebut. Daging ikan gabus yang diperoleh selanjutnya dipisahkan dari kulit serta durinya. Dicuci kembali daging ikan dengan air bersih selanjutnya daging ikan gabus digiling dengan *blender* sampai halus sebagai bahan nugget guna uji selanjutnya yaitu penentuan kadar air dan analisis kadar mineral didalamnya.

### **3.2.3 Pembuatan Nugget**

Disiapkan masing-masing daging ikan yang sudah dihaluskan dan rumput laut yang direndam selama 24 jam, dicuci dan dihaluskan. Kedua bahan masing-masing ditimbang sesuai dengan (Tabel 3.1), kemudian dicampurkan hingga merata, ditambahkan bumbu (bawang merah, bawang putih, lada bubuk dan garam), dilapisi kertas roti dan dikukus selama 30 menit. Hasil kukusan tersebut dinamakan dengan nugget yang mana akan dianalisis kadar air serta kadar mineral didalamnya.

**Tabel 3.1 Variasi Komposisi Massa Nugget Ikan Rumput Laut**

Sampel	Massa daging ikan gabus (g)	Massa rumput laut (g)	Rasio (ikan : rumput Laut) (g)
Nugget 1	19	1	19 : 1
Nugget 2	18	2	9 : 1
Nugget 3	17	3	5,6 : 1
Nugget 4	16	4	4 : 1
Nugget 5	15	5	3 : 1

### 3.3 Penentuan Kadar Air pada Sampel (SNI 7758-2013)

Penentuan kadar air sampel pada penelitian ini dengan metode pengeringan oven. Cawan porselin dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit dan didinginkan dalam desikator selama 20 menit kemudian ditimbang. Sampel yang akan dianalisis diantaranya yaitu rumput laut merah, daging ikan gabus serta nugget ikan rumput laut dengan 5 variasi komposisi massa daging ikan gabus dan massa rumput laut merah. Masing-masing sampel ditimbang sebanyak 5 gram dan diletakkan dalam cawan porselin yang telah diketahui massanya. Dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2-3 jam. Selanjutnya cawan porselin beserta sampel kering dimasukkan dalam desikator selama 20 menit, setelah dingin ditimbang. Jika massa yang didapatkan belum konstan, maka cawan porselin beserta sampel dimasukkan kembali dalam oven dan diperlakukan sama seperti diatas sampai didapatkan berat yang konstan. Menurut Badan Standarisasi Nasional yang tercatat dalam SNI 7758 (2013) persyaratan kandungan kadar air yang terdapat dalam nugget ikan yakni tidak boleh melebihi 60%.

## **3.4 Penentuan Kadar Mineral Fe**

### **3.4.1 Pembuatan Larutan HNO<sub>3</sub> 1%**

Larutan HNO<sub>3</sub> 1% dibuat dengan cara mengambil larutan HNO<sub>3</sub> 65% diambil sebanyak 15,4 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditambahkan akuademineralta hingga tanda batas. Selanjutnya larutan dikocok hingga homogen.

### **3.4.2 Pembuatan Larutan Kerja Fe 10 ppm**

Larutan kerja Fe 10 ppm dibuat dengan cara pengenceran larutan stock Fe 1000 ppm dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1%. Larutan stock Fe 1000 ppm diambil sebanyak 1 mL lalu dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL diencerkan kembali dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1% sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

### **3.4.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi Standart Fe**

Larutan kerja Fe 10 ppm diambil sebanyak masing-masing 5; 10; 15; 20; dan 25 mL selanjutnya dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1% sampai tanda batas, sehingga diperoleh konsentrasi larutan standar yang digunakan yaitu 1; 2; 3; 4 dan 5 ppm. Masing-masing larutan dibaca absorbansinya dengan instrument AAS pada panjang gelombang 248,3 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengalurkan konsentrasi terhadap absorbansi.

### **3.4.4 Preparasi Sampel untuk Penentuan Kadar Fe dalam Nugget Ikan Rumput Laut**

Sampel kering yang dianalisis berupa rumput laut merah, daging ikan gabus serta nugget ikan rumput laut dengan kelima variasi. Masing-masing dari sampel

ditimbang sebanyak 1 gram. Selesai ditimbang sampel dipindahkan kedalam beaker gelas 100 mL kemudian ditambahkan 9 mL asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Untuk setiap penambahan sampel 1 gram dibutuhkan campuran asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ )-hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 4,5 : 0,5 dengan jumlah 10 mL.

Larutan sampel diatas dipanaskan diatas *hot plate* sambil di stirrer. Setelah larut, kemudian larutan sampel didinginkan selama 15 menit. Ditambahkan 1 mL hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) tetes demi tetes hingga larutan sampel menjadi jernih dan tidak terdapat endapan. Selanjutnya larutan sampel kembali dipanaskan dengan kenaikan suhu secara perlahan-lahan sampai mencapai  $100^\circ\text{C}$  sambil di stirrer. Larutan hasil destruksi kembali didinginkan. Setelah dingin, hasil destruksi tersebut kemudian diencerkan dengan akuademineralta hingga volume 25 mL. Selanjutnya disaring dengan kertas saring whatman no. 42. Larutan sampel siap dianalisis dengan instrument AAS pada panjang gelombang 248,3 nm. Masing-masing perlakuan diulangi sebanyak 3 kali.

### **3.5 Penentuan Kadar Mineral Ca**

#### **3.5.1 Pembuatan Larutan Lanthanum**

Lanthanum Oksida ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) ditimbang sebanyak 5,865 gram selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 25 ml HCl pekat sedikit demi sedikit hingga semua padatan terlarut. Kemudian diencerkan dengan akuademineralta sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.

#### **3.5.2 Pembuatan Larutan Kerja Ca 100 ppm**

Larutan kerja Ca 100 ppm dibuat dengan cara pengenceran larutan stock Ca 1000 ppm dengan

akuademineralta. Larutan stock Ca 1000 ppm diambil sebanyak 10 mL lalu dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL diencerkan kembali dengan akuademineralta sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

### **3.5.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi Standart Ca**

Larutan kerja Ca 100 ppm diambil sebanyak masing-masing 2; 4; 6; 8; dan 10 mL selanjutnya dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuademineralta sampai tanda batas ,sehingga diperoleh konsentrasi larutan standar yang digunakan yaitu 2 ; 4 ; 6 ; 8 dan 10 ppm. Diambil 10 mL larutan kemudian ditambahkan 1 mL larutan lanthanum. Masing-masing larutan dibaca absorbansinya dengan instrument AAS pada panjang gelombang 422,7 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengalurkan konsentrasi terhadap absorbansi.

### **3.5.4 Preparasi Sampel untuk Penentuan Kadar Ca dalam Nugget Ikan Rumput Laut**

Sampel kering yang dianalisis berupa rumput laut merah, daging ikan gabus serta nugget rumput laut-ikan gabus dengan kelima variasi. Masing-masing dari sampel ditimbang sebanyak 1 gram. Selesai ditimbang sampel dipindahkan kedalam beaker gelas 100 mL kemudian ditambahkan 9 mL asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Untuk setiap penambahan sampel 1 gram dibutuhkan campuran asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ )-hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 4,5 : 0,5 dengan jumlah 10 mL.

Larutan sampel diatas dipanaskan diatas *hot plate* sambil di stirrer. Setelah larut, kemudian larutan sampel didinginkan selama 15 menit. Ditambahkan 1 mL hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) tetes demi tetes hingga larutan sampel menjadi jernih dan tidak terdapat endapan.

Selanjutnya larutan sampel kembali dipanaskan dengan kenaikan suhu secara perlahan-lahan sampai mencapai  $100^{\circ}\text{C}$  sambil di stirrer. Larutan hasil destruksi kembali didinginkan. Setelah dingin, hasil destruksi tersebut kemudian diencerkan dengan akuademineralta hingga volume 100 mL. Disaring dengan kertas saring whatman no. 42. Kemudian larutan tersebut diambil 1 mL dan diencerkan kembali sampai volume 100 mL. Diambil 10 mL larutan dan ditambahkan dengan 1 mL larutan lanthanum. Larutan sampel siap dianalisis dengan instrument AAS pada panjang gelombang 422,7 nm. Masing-masing perlakuan diulangi sebanyak 3 kali.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Identifikasi Jenis Rumput Laut Merah

Pada penelitian ini digunakan rumput laut merah jenis *eucheuma denticulatum*. Rumput laut *eucheuma denticulatum* memiliki ciri morfologi yaitu thallus silindris, licin dan kenyal, berwarna merah atau merah coklat, memiliki duri-duri yang tumbuh berderet melingkari thallus dengan percabangan tumbuh berlawanan sehingga terbentuk ruas-ruas thallus di antara lingkaran duri dengan ujung percabangan yang meruncing (Murdinah, 2011). Berdasarkan ciri-ciri tersebut, rumput laut merah yang digunakan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa merupakan jenis rumput laut merah *Eucheuma denticulatum*. Hal tersebut juga telah dibuktikan dengan hasil analisis yang telah dilakukan di Departemen Biologi Universitas Airlangga (Lampiran D) bahwa sampel rumput laut yang diidentifikasi memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Divisi	: Rhodophyta
Kelas	: Florideophyceae
Sub-kelas	: Rhodymeniophycidae
Ordo	: Gigartinales
Suku	: Solieriaceae
Marga	: <i>Eucheuma</i>
Jenis	: <i>Eucheuma spinosum</i> ( <i>E. denticulatum</i> )

Rumput laut *Eucheuma denticulatum* tampak pada gambar 4.1 berikut.



**Gambar 4.1** Rumput laut *Eucheuma denticulatum*

## **4.2 Hasil Pembuatan Nugget Ikan Rumput Laut**

### **4.2.1 Preparasi Rumput Laut Merah**

Rumput laut merah segar yang diperoleh dari pasar Wonokromo Surabaya, sebelum digunakan dalam penelitian lebih lanjut maka harus dipisahkan dari kotoran-kotoran seperti kerikil dan sisa pasir yang masih menempel. Pertama-tama rumput laut merah segar dicuci selanjutnya direndam selama 24 jam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 kemudian dibilas dengan air bersih. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan kotoran serta menghilangkan sisa-sisa garam yang terdapat pada rumput laut merah segar. Setelah dibilas bersih, rumput laut tersebut dihaluskan guna memperkecil ukuran untuk mempermudah analisis selanjutnya.



**Gambar 4.2 Perendaman Rumput Laut**

#### **4.2.2 Pembuatan Nugget**

Ikan gabus dicuci dengan air bersih selanjutnya dibuang sisik dan isi perutnya, kemudian diambil bagian daging ikan dengan cara memfilet ikan gabus tersebut. Daging ikan gabus yang diperoleh selanjutnya dipisahkan dari kulit serta durinya. Dicuci kembali daging ikan dengan air bersih selanjutnya daging ikan gabus digiling sampai halus sebagai bahan nugget. Daging ikan dicuci bersih untuk menghilangkan sisa darah dan kotoran yang menempel pada daging, sedangkan fungsi penghalusan daging adalah untuk meningkatkan luas permukaan daging sehingga membantu ekstraksi protein. Bahan pengikat yang digunakan dalam nugget ikan ini adalah rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*), guna bahan pengikat adalah untuk memperbaiki tekstur, citarasa, meningkatkan daya ikat air. Menurut Tanikawa (1963) penambahan bahan pengikat pada produk emulsi bertujuan untuk memperbaiki elastisitas pada produk akhir. Daging ikan dan rumput laut dihaluskan dan ditambahkan bumbu halus kemudian dikukus selama 30 menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Pengukusan Nugget**

#### **4.3 Hasil Penentuan Kadar Air dan Kekerasan Nugget**

Air merupakan kandungan yang penting dalam bahan pangan. Semua bahan pangan memiliki kandungan air dalam jumlah yang berbeda-beda baik itu bahan pangan hewani maupun nabati. Sedangkan kadar air merupakan persen air yang terkandung dalam bahan pangan. Menurut Dwidjoseputro (1994) kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi tekstur dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi menyebabkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan.

Penentuan kadar air pada penelitian ini dilakukan dengan metode pengeringan dengan oven. Sampel yang akan dianalisis diantaranya yaitu rumput laut merah, daging ikan gabus serta nugget rumput laut dengan 5 variasi komposisi massa daging ikan gabus dan massa rumput laut merah. Masing-masing sampel dihaluskan terlebih dahulu yang bertujuan untuk mempermudah proses pengeringan sehingga tidak membutuhkan waktu yang cukup lama dalam proses

pengeringan. Selanjutnya masing-masing sampel ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan kedalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 2,5 jam kemudian dipindahkan kedalam desikator selama 20 menit yang bertujuan agar kalor pada masing-masing sampel setelah mengalami pengeringan tidak ikut tertimbang sehingga diperoleh massa yang konstan. Setelah di pindahkan ke dalam desikator selama 20 menit akhirnya sampel ditimbang untuk mengetahui massa sesudah pengeringan. Hasil perhitungan kadar air untuk masing-masing sampel diulangi 3 kali dan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dengan perhitungan terdapat pada lampiran E.

**Tabel 4.1 Hasil Analisis Kadar Air**

No	Sampel	Massa awal (g)	Massa akhir (g)	Kadar air (%)
1	Rumput laut	5,0036	0,4282	91,4421
2		5,0059	0,4220	91,5699
3		5,0083	0,4270	91,4741
<b>Rata-rata</b>				<b>91,4953</b>
1	Ikan	5,0038	1,1187	77,6429
2		5,0062	1,1151	77,7256
3		5,0072	1,1188	77,6561
<b>Rata-rata</b>				<b>77,6748</b>
1	Nugget 1	5,0005	1,2212	75,5778
2		5,0053	1,2093	75,8389
3		5,0013	1,2030	75,9462
<b>Rata-rata</b>				<b>75,7876</b>
1	Nugget 2	5,0017	1,1989	76,0301
2		5,0010	1,1955	76,0947
3		5,0044	1,2085	75,8512
<b>Rata-rata</b>				<b>75,9920</b>
1	Nugget 3	5,0033	1,1225	77,5648
2		5,0036	1,1443	77,1304
3		5,0020	1,1893	76,2235
<b>Rata-rata</b>				<b>76,9729</b>
1	Nugget 4	5,0034	1,1155	77,7051
2		5,0037	1,0982	78,0516
3		5,0046	1,1188	77,6445
<b>Rata-rata</b>				<b>77,8004</b>
1	Nugget 5	5,0019	1,0934	78,1403
2		5,0067	1,0440	79,1479
3		5,0019	1,0658	78,6921
<b>Rata-rata</b>				<b>78,6601</b>

Pada penentuan kadar air sampel yang dilakukan didapat hasil seperti pada Tabel 4.1 diatas. Dapat dilihat

bahwa sampel rumput laut segar memiliki nilai kadar air sebesar 91,50%. Kusnandar (2010) menyatakan bahwa nilai kadar air pada rumput laut segar sebesar 91,67%. Kadar ikan juga terukur dalam kondisi ikan segar. Dapat dilihat bahwa sampel ikan gabus memiliki kadar air sebesar 77,67 %. Hasil tersebut mendekati data yang telah dikemukakan oleh Rospiati (2006) yang menyatakan bahwa kadar air pada ikan segar sebesar 66-84 %. Nugget ikan rumput laut yang digunakan pada penelitian ini terdapat 5 variasi dengan berbagai perbandingan komposisi ikan dan rumput laut. Pada nugget ikan rumput laut yang telah diteliti didapatkan hasil kadar air berkisar antara 75,79%-78,66%. Kenaikan kadar air tersebut disebabkan karena penambahan rumput laut yang semakin bertambah dari nugget 1 sampai nugget 5. Kadar air pada nugget ikan rumput laut terus meningkat seiring bertambahnya dengan penambahan karagenan sebagai bahan pengikat. Diperoleh kadar air terendah pada nugget 1 sebesar 78,52% dan kadar air tertinggi pada nugget 5 sebesar 79,20%. Kadar air yang terkandung dalam nugget ini melebihi batas yang diisyaratkan. Menurut Badan Standarisasi Nasional yang tercatat dalam SNI 7758 (2013) persyaratan kandungan kadar air yang terdapat dalam nugget ikan yakni tidak boleh melebihi 60%. Besarnya kadar air pada nugget ikan rumput laut disebabkan perendaman rumput laut selama 24 jam, perendaman tersebut dapat memicu banyaknya air yang terabsorp. Seperti halnya pendapat Haryanti dkk., (2008) bahwa kemampuan rumput laut dalam mengabsop dan mengikat air cukup tinggi. Jika dibandingkan nugget ikan yang menggunakan bahan pengikat tepung terigu atau tepung maizena kadar air yang terkandungnya lebih rendah dari kadar air pada nugget ikan yang menggunakan rumput laut sebagai bahan pengikatnya. Pada penelitian Sianipar (2003), kadar air pada tepung terigu tersebut berpengaruh terhadap nugget ikan tuna yang memiliki kadar air sebesar 49,73%.

Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan struktur ditata serta digabung menjadi mikro dan makro struktur (DeMan, 1997). Pada penelitian ini terdapat 5 variasi nugget dengan berbagai perbandingan komposisi ikan gabus dan rumput laut merah. Penambahan rumput laut tersebut berpengaruh terhadap kekerasan atau tekstur nugget ikan rumput laut. Kekerasan merupakan besarnya gaya tekan yang diperlukan untuk memecah produk padat (Lee, et.al., 2008). Pada penelitian sebelumnya Masita (2015) diperoleh hasil tekstur nugget tertinggi pada nugget ke-4 sebesar 8,8 N. Maka dapat disimpulkan bahwa nugget ikan rumput laut dengan perbandingan komposisi ikan gabus 16 g dengan penambahan rumput laut sebanyak 4 g diperoleh tekstur terbaik pada nugget ikan rumput laut. Kekerasan nugget dipengaruhi oleh daya mengikat airnya. Daya mengikat air yang tinggi akan mengakibatkan sedikit air yang hilang selama proses pemasakan, sehingga kekerasannya menurun dan nugget semakin empuk. Setyowati (2002) menyatakan bahwa kadar air dalam produk dapat mempengaruhi kekerasan produk, semakin banyak air yang terkandung dalam produk, maka kekerasannya akan menurun.

#### **4.4 Hasil Preparasi Sampel untuk Penentuan Kadar Fe dan Ca**

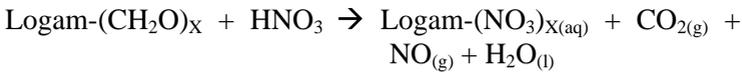
Sampel yang akan dianalisis terdiri dari rumput segar, ikan gabus, dan nugget ikan rumput laut dengan 5 variasi komposisi. Proses destruksi bertujuan untuk merombak, menghilangkan dan memutuskan ikatan-ikatan senyawa organik yang terdapat di dalam sampel sehingga yang tertinggal hanya senyawa anorganik. Preparasi sampel pada penelitian ini dilakukan dengan destruksi basah. Menurut Sumardi (1981), metode destruksi basah lebih baik daripada destruksi kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi, disamping

itu destruksi basah dilakukan untuk memperbaiki cara destruksi kering yang biasanya memerlukan waktu yang lama. Destruksi basah yang digunakan pada penelitian ini menggunakan campuran asam pekat  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai pelarutnya yang bertujuan agar proses destruksi berjalan dengan cepat dan sempurna. Menurut Carius (1865), destruksi dengan pelarut campuran akan memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan pelarut tunggal. Perbandingan campuran asam pekat  $\text{HNO}_3$  65% dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  35% sebagai agen pendestruksi adalah 4,5:0,5 dengan total volume kedua campuran tersebut sebanyak 10 mL pada setiap sampel 1 gram yang akan didestruksi. Menurut Rodenas de la Rocha dkk (2009) campuran asam  $\text{HNO}_3$  -  $\text{H}_2\text{O}_2$  4,5:0,5 adalah komposisi yang tepat untuk mendestruksi sampel.  $\text{HNO}_3$  -  $\text{H}_2\text{O}_2$  dipilih untuk mendestruksi sampel karena merupakan campuran asam yang menghasilkan recovery paling baik serta cara kerja yang mudah dan cepat (Demirel, 2008).

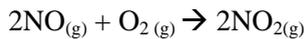
Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan kedalam beaker gelas 100 mL, ditambahkan 9 mL asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) kemudian dipanaskan diatas *hot plate* pada suhu  $100^\circ\text{C}$  sambil di lakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer*. Penambahan  $\text{HNO}_3$  berfungsi untuk memutuskan ikatan senyawa kompleks organologam. Pemanasan berfungsi untuk mempercepat pemutusan ikatan organologam menjadi anorganik sehingga proses destruksi berjalan dengan cepat. Hal tersebut sesuai dengan SNI 2354.5 (2011) bahwa destruksi merupakan proses perombakan unsur-unsur logam dimana bahan organik dirombak menjadi bahan anorganik dengan bantuan asam dan diikuti dengan pemanasan. Digunakan suhu  $100^\circ\text{C}$  karena suhu tersebut mendekati titik didih  $\text{HNO}_3$  yaitu  $121^\circ\text{C}$ , sehingga pada suhu  $100^\circ\text{C}$   $\text{HNO}_3$  tidak akan cepat habis. Fungsi pengadukan dengan *magnetic stirrer* agar larutan sampel terlarut secara sempurna. Setelah sampel larut sempurna, selanjutnya didinginkan selama 15 menit. Ditambahkan 1 mL hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) tetes

demu tetes hingga larutan sampel menjadi jernih dan tidak terdapat endapan. Selanjutnya larutan sampel kembali dipanaskan dengan kenaikan suhu secara perlahan-lahan sampai mencapai 100°C sambil dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer*. Fungsi didinginkan untuk menghentikan penyerapan kalor oleh larutan. Penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> berfungsi sebagai agen pengoksida yang kuat sehingga dapat menyempurnakan proses destruksi. Digunakan suhu 100°C karena suhu tersebut mendekati titik didih H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yaitu 107°C, sehingga pada suhu 100°C H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tidak akan cepat habis.

Pada saat proses destruksi terdapat gelembung-gelembung kecil berisi gas berwarna kecoklatan, gas tersebut adalah NO<sub>2</sub>, dimana gas tersebut merupakan hasil samping proses destruksi dengan asam nitrat. Reaksi yang terjadi pada saat sampel ditambahkan dengan asam nitrat, adalah sebagai berikut:

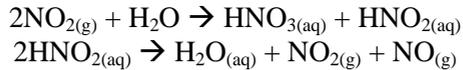


Gas NO yang dihasilkan selama proses destruksi kemudian bereaksi dengan oksigen di udara membentuk gas NO<sub>2</sub> seperti reaksi dibawah ini:



Asam nitrat yang ditambahkan ke dalam bahan organik akan terdekomposisi menghasilkan CO<sub>2</sub> dan NO serta membentuk garamnya yaitu logam-(NO<sub>3</sub>)<sub>x</sub> yang mudah larut dalam air. Gas NO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama proses destruksi berlangsung akan bereaksi dengan H<sub>2</sub>O akibat dari penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seperti reaksi dibawah ini:





Reaksi tersebut akan terus berulang selama proses destruksi dan akan berhenti pada saat semua bahan organik terdekomposisi sempurna.

Setelah proses destruksi selesai, larutan sampel didinginkan kembali kemudian diencerkan dengan akuademineralta sampai tanda batas kemudian disaring dengan kertas saring whatman no. 42. Untuk filtrat yang akan dianalisis kadar Ca, setelah diencerkan kembali filtrat ditambahkan larutan Lanthanum untuk menghilangkan interferensi fosfat. Hasil larutan destruksi berwarna kuning disebabkan penggunaan asam nitrat sebagai agen pendestruksi dan jernih karena penggunaan hidrogen peroksida mengurangi kandungan karbon pada hasil digesti (Tanase dkk, 2004). Kemudian larutan diukur absorbansinya dengan instrument AAS pada panjang gelombang 248,3 nm untuk Fe dan 422,7 nm untuk Ca.

## **4.5 Hasil Penentuan Kadar Fe**

### **4.5.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi Fe**

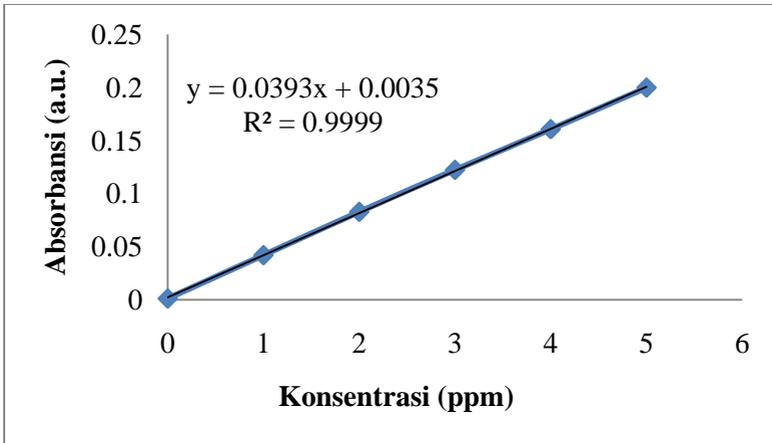
Pengukuran absorbansi larutan standar Fe dengan instrument AAS pada panjang gelombang 248,3 nm dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Fe**

<b>Konsentrasi larutan standar Fe (ppm)</b>	<b>Absorbansi</b>
0	0,0012
1	0,0420
2	0,0828
3	0,1223
4	0,1606
5	0,1997

Berdasarkan data hasil pengukuran absorbansi yang didapat, maka kurva kalibrasi Fe dapat kita buat dengan cara mengalurkan data konsentrasi (sumbu x) terhadap data absorbansi (sumbu y) sehingga diperoleh kurva kalibrasi Fe seperti pada Gambar 4.4 dibawah ini. Berdasarkan kurva tersebut maka dibuat regresi linearnya sehingga didapat persamaan regresi linear dan koefisien korelasinya sebagai berikut:

$$y = 0,0393x + 0,0035$$
$$R^2 = 0,9999$$



**Gambar 4.4 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe**

Nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang diperoleh menunjukkan adanya korelasi antara konsentrasi (sumbu x) terhadap absorbansi (sumbu y) dibuktikan oleh semua titik berada pada satu garis lurus. Suatu kurva dianggap memenuhi syarat untuk digunakan sebagai kurva kalibrasi jika nilai koefisien korelasinya berada pada range  $0,9 \leq R^2 \leq 1$ .

Keberartian koefisien korelasi dari kurva kalibrasi Fe dapat dihitung menggunakan pengujian melalui uji-t (Lampiran F). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah koefisien korelasi kurva kalibrasi Fe telah signifikan. Didapatkan nilai  $t_{hitung}$  sebesar 141,4085 dengan nilai  $r = 0,9999$ ,  $r^2 = 0,9998$  dan nilai  $n = 6$ . Sedangkan nilai  $t_{tabel}$  sebesar 2,78 untuk selang kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan  $(n-2)$ . Karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak. Sehingga ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Fe (x) dan absorbansi (y). Dengan adanya korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Fe (x) dan absorbansi (y) maka kurva kalibrasi larutan Fe dapat digunakan sebagai dasar perhitungan konsentrasi Fe dalam sampel rumput laut, ikan, dan nugget ikan rumput laut.

#### **4.5.2 Hasil perhitungan Kadar Fe**

Larutan hasil destruksi dibaca absorbansinya dengan AAS pada panjang gelombang 248,3 nm. Nilai absorbansi yang didapat digunakan sebagai dasar untuk menghitung konsentrasi Fe dalam sampel dengan cara mensubstitusikan data absorbansi ( $y$ ) melalui persamaan:  $y = 0,0393x + 0,0035$ . Penentuan kadar Fe dalam sampel rumput laut, ikan dan nugget ikan rumput laut dengan lima variasi komposisi dapat dilihat pada Tabel 4.3. Sedangkan perhitungan mengenai kadar Fe terdapat pada Lampiran G.

**Tabel 4.3 Hasil Penentuan Kadar Fe**

N o	Jenis sampel	Massa (g)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg)
1	Rumput laut	1,0001	0,0535	1,2897	32,2393
2		1,0008	0,0546	1,3421	33,5257
3		1,0008	0,0533	1,3525	33,7855
<b>Rata-rata</b>					<b>33,1835</b>
1	Ikan	1,0000	0,0402	0,9231	23,0775
2		1,0007	0,0407	0,8927	22,3019
3		1,0006	0,0400	0,8929	22,3091
<b>Rata-rata</b>					<b>22,5628</b>
1	Nugget 1	1,0006	0,0421	1,0256	25,6246
2		1,0007	0,0418	1,0672	26,6613
3		1,0001	0,0413	1,0561	26,3999
<b>Rata-rata</b>					<b>26,2286</b>
1	Nugget 2	1,0007	0,0510	1,2548	31,3481
2		1,0003	0,0525	1,2698	31,7355
3		1,0009	0,0519	1,2485	31,1844
<b>Rata-rata</b>					<b>31,4227</b>
1	Nugget 3	1,0004	0,0611	1,4102	35,2409
2		1,0008	0,0609	1,4098	35,2168
3		1,0009	0,0621	1,4691	36,6945
<b>Rata-rata</b>					<b>35,7174</b>
1	Nugget 4	1,0005	0,0690	1,5352	38,3608
2		1,0006	0,0687	1,4978	37,4225
3		1,0009	0,0675	1,5468	38,6352
<b>Rata-rata</b>					<b>38,1395</b>
1	Nugget 5	1,0008	0,0723	1,7512	43,7450
2		1,0009	0,0731	1,7302	43,2161
3		1,0000	0,0740	1,7289	43,2225
<b>Rata-rata</b>					<b>43,3945</b>

Pada penelitian ini dihasilkan kadar Fe pada rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*) sebesar 33,18 mg/kg,

hasil tersebut mendekati penelitian Mtolera (2003) dalam menentukan kadar Fe pada rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*) di daerah Paje dan Uroa didapatkan kadar Fe masing-masing sebesar 32,0 mg/kg dan 130,0 mg/kg. Serta pada penelitian ini diperoleh kadar Fe pada ikan gabus sebesar 22,56 mg/kg. Paul (2013) memberikan hasil kadar Fe ikan gabus sebesar 4,93 mg/kg. Sedangkan untuk hasil rata-rata kadar Fe dalam nugget ikan rumput laut berkisar antara 26,23 - 43,39 mg/kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam 100 gram nugget ikan rumput laut mengandung 2,6 – 4,3 mg mineral Fe. Besi merupakan mikronutrien yang sangat penting dalam tubuh. Sebagian besar zat besi berada dalam hemoglobin (Hb), Hb di dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbon dioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh, zat besi juga berperan dalam pembentukan sel-sel limfosit. Didalam tubuh manusia rata-rata terdiri dari 3,5 gram mineral besi (untuk laki-laki 4 gram, perempuan 3 gram). Namun, mineral besi yang dapat diserap oleh tubuh dari makanan sekitar 10%. Kecukupan asupan zat besi rata-rata perhari sebanyak 26 mg/hari. Maka kecukupan asupan Fe tubuh dapat diperoleh dari penelitian ini dimana kadar Fe tertinggi terdapat pada nugget ke-5 dengan komposisi yang terdiri dari 15 g daging ikan gabus dan 5 g rumput laut yaitu sebesar 43,39 mg/kg.

#### **4.6 Hasil Penentuan Kadar Ca**

##### **4.6.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi Ca**

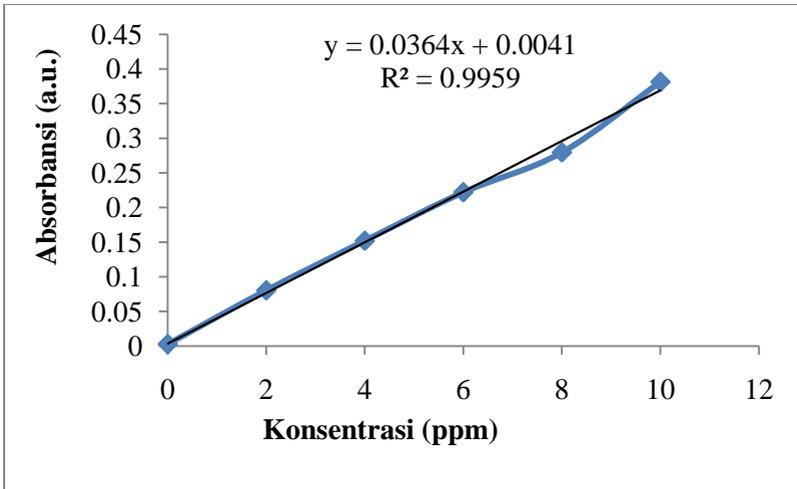
Pengukuran absorbansi larutan standar Ca dengan instrument AAS pada panjang gelombang 422,7 nm dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Ca**

<b>Konsentrasi larutan standar Fe (ppm)</b>	<b>Absorbansi</b>
0	0,0027
2	0,0803
4	0,1519
6	0,2220
8	0,2795
10	0,3813

Berdasarkan data hasil pengukuran absorbansi yang didapat, maka kurva kalibrasi Ca dapat kita buat dengan cara mengalurkan data konsentrasi (sumbu x) terhadap data absorbansi (sumbu y) sehingga diperoleh kurva kalibrasi Ca seperti pada Gambar 4.5 dibawah ini. Berdasarkan kurva tersebut maka dibuat regresi linearnya sehingga didapat persamaan regresi linear dan koefisien korelasinya sebagai berikut:

$$y = 0,0364x + 0,0041$$
$$R^2 = 0,9959$$



**Gambar 4.5 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Ca**

Nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang diperoleh menunjukkan adanya korelasi antara konsentrasi (sumbu x) terhadap absorbansi (sumbu y) dibuktikan oleh semua titik berada pada satu garis lurus. Suatu kurva dianggap memenuhi syarat untuk digunakan sebagai kurva kalibrasi jika nilai koefisien korelasinya berada pada range  $0,9 \leq R^2 \leq 1$ .

Keberartian koefisien korelasi dari kurva kalibrasi Ca dapat dihitung menggunakan pengujian melalui uji-t (Lampiran F). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah koefisien korelasi kurva kalibrasi Ca telah signifikan. Didapatkan nilai  $t_{hitung}$  sebesar 29,4307 dengan nilai  $r = 0,9977$ ,  $r^2 = 0,9954$  dan nilai  $n = 6$ . Sedangkan nilai  $t_{tabel}$  sebesar 2,78 untuk selang kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan  $(n-2)$ . Karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak. Sehingga ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Ca (x) dan absorbansi (y). Dengan adanya korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Ca (x) dan absorbansi (y) maka kurva kalibrasi larutan Ca dapat

digunakan sebagai dasar perhitungan konsentrasi Ca dalam sampel rumput laut, ikan, dan nugget ikan rumput laut.

#### **4.6.2 Hasil perhitungan Kadar Ca**

Larutan hasil destruksi dibaca absorbansinya dengan AAS pada panjang gelombang 422,7 nm. Nilai absorbansi yang didapat digunakan sebagai dasar untuk menghitung konsentrasi Ca dalam sampel dengan cara mensubstitusikan data absorbansi ( $y$ ) melalui persamaan:  $y = 0,0364x + 0,0041$ . Penentuan kadar Ca dalam sampel rumput laut, ikan dan nugget ikan rumput laut dengan lima variasi komposisi dapat dilihat pada Tabel 4.5. Sedangkan perhitungan mengenai kadar Ca terdapat pada Lampiran G.

**Tabel 4.5 Hasil Penentuan Kadar Ca**

N o	Jenis sampel	Massa (g)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Kadar Ca (mg/kg)
1	Rumput laut	1,0005	0,0600	1,5672	15.664,1679
2		1,0007	0,0611	1,5320	15.309,2835
3		1,0008	0,0602	1,4682	14.670,2638
<b>Rata-rata</b>					<b>15.214,5717</b>
1	Ikan	1,0008	0,0431	0,8031	8.026,9865
2		1,0005	0,0428	0,7601	7.597,2014
3		1,0005	0,0420	0,7517	7.510,9912
<b>Rata-rata</b>					<b>7.711,7264</b>
1	Nugget 1	1,0009	0,0459	1,0752	10.742,3319
2		1,0006	0,0466	1,1040	11.033,3799
3		1,0009	0,0448	1,0590	10.580,4776
<b>Rata-rata</b>					<b>10.785,3965</b>
1	Nugget 2	1,0007	0,0498	1,4181	14.171,0802
2		1,0006	0,0476	1,3582	13.573,8557
3		1,0006	0,0488	1,3629	13.620,8275
<b>Rata-rata</b>					<b>13.788,5878</b>
1	Nugget 3	1,0008	0,0655	1,7054	17.040,3677
2		1,0008	0,0642	1,6243	16.230,0160
3		1,0000	0,0657	1,7986	17.986
<b>Rata-rata</b>					<b>17.085,4612</b>
1	Nugget 4	1,0002	0,0889	1,9652	19.648,0704
2		1,0003	0,0893	1,9543	19.537,1389
3		1,0009	0,0887	1,8767	18.750,1249
<b>Rata-rata</b>					<b>19.311,7781</b>
1	Nugget 5	1,0009	0,0902	2,2378	22.357,8780
2		1,0001	0,0909	2,1752	21.749,8250
3		1,0008	0,0911	2,2291	22.273,1815
<b>Rata-rata</b>					<b>22.126,9615</b>

Pada penelitian ini dihasilkan kadar Ca pada rumput laut merah (*Eucheuma denticulatum*) sebesar 15.214,57 mg/kg. Dalam penelitian Matanjun dkk., (2009) diketahui kadar Ca sebesar 329,69 mg/100g untuk jenis *Eucheuma cottonii*, 1.874,74 mg/100g untuk jenis *Caulerpa lentillifera* dan 3.792,06 mg/100g untuk jenis *Sargassum polycystum*. Serta pada penelitian ini diperoleh kadar Ca pada ikan gabus sebesar 7.711,73 mg/kg. Paul (2013) memberikan hasil kadar Ca ikan gabus sebesar 5.279 mg/kg. Sedangkan untuk hasil rata-rata kadar Ca dalam nugget ikan rumput laut berkisar antara 10.580,48 - 22.126,96 mg/kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam 100 gram nugget ikan rumput laut mengandung 1058 - 2212 mg mineral Ca. Kalsium merupakan makronutrien yang sangat penting dalam tubuh. Di dalam cairan ekstraselular dan intraselular kalsium memegang peranan penting dalam mengatur fungsi sel, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah dan menjaga permeabilitas membran sel. Kalsium juga mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan. Dalam keadaan normal sebanyak 30-50% kalsium yang dikonsumsi diabsorb didalam tubuh. Kemampuan absorpsi lebih tinggi pada masa pertumbuhan dan menurun pada proses menua. Kecukupan asupan kalsium rata-rata perhari sebanyak 800 mg/hari. Maka kecukupan asupan Ca tubuh dapat diperoleh dari penelitian ini dimana kadar Ca tertinggi terdapat pada nugget ke-5 dengan komposisi yang terdiri dari 15 g daging ikan gabus dan 5 g rumput laut yaitu sebesar 22.126,96 mg/kg.

#### **4.7. Hasil Analisis Varians (ANOVA) Kadar Fe dan Ca pada Nugget Ikan Rumput Laut**

Fungsi dilakukan uji ANOVA satu arah adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kadar Fe dan Ca yang signifikan pada nugget ikan rumput laut dengan penambahan rumput laut sebesar 1 , 2 , 3 , 4 dan 5 g. Berdasarkan hasil

perhitungan ANOVA (Lampiran H) kadar Fe dan Ca terdapat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.6 Hasil Perhitungan ANOVA Kadar Fe dan Ca**

Kadar	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Fe	400,3828	3,478
Ca	235,6513	

Masing-masing sampel diulangi sebanyak 3 kali. Penentuan  $F_{tabel}$  berdasarkan derajat kebebasan pembilang ( $v_1$ ) sebesar 4 dan derajat kebebasan penyebut ( $v_2$ ) sebesar 10 untuk selang kepercayaan 5% (Lampiran I). Pada Tabel 4.6 diatas menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ . Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_i$  diterima. Hipotesa nol ( $H_0$ ) menyatakan bahwa kadar Fe dan Ca dari 5 sampel nugget ikan rumput laut memiliki rata-rata yang sama, sedangkan  $H_i$  menyatakan bahwa kadar Fe dan Ca dari 5 sampel nugget ikan rumput laut memiliki rata-rata yang berbeda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa 5 sampel nugget ikan rumput laut dengan penambahan rumput laut yang berbeda memiliki rata-rata kadar Fe dan Ca yang berbeda pula.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada nugget ke-4 dengan perbandingan komposisi ikan gabus : rumput laut (4 : 1) g menghasilkan nugget ikan rumput laut dengan tekstur terbaik.
2. Kadar rata-rata Fe dalam nugget ikan rumput laut berkisar antara 26,23 - 43,39 mg/kg. Sedangkan kadar rata-rata Ca dalam nugget ikan rumput laut berkisar antara 10.580,48 - 22.126,96 mg/kg.

#### **5.2 Saran**

Penelitian terhadap nugget ikan rumput laut diharapkan tidak berhenti disini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menyempurnakan informasi mengenai nugget ikan rumput laut seperti dilakukan analisis kandungan antioksidan dan kandungan senyawa fenolat total.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS

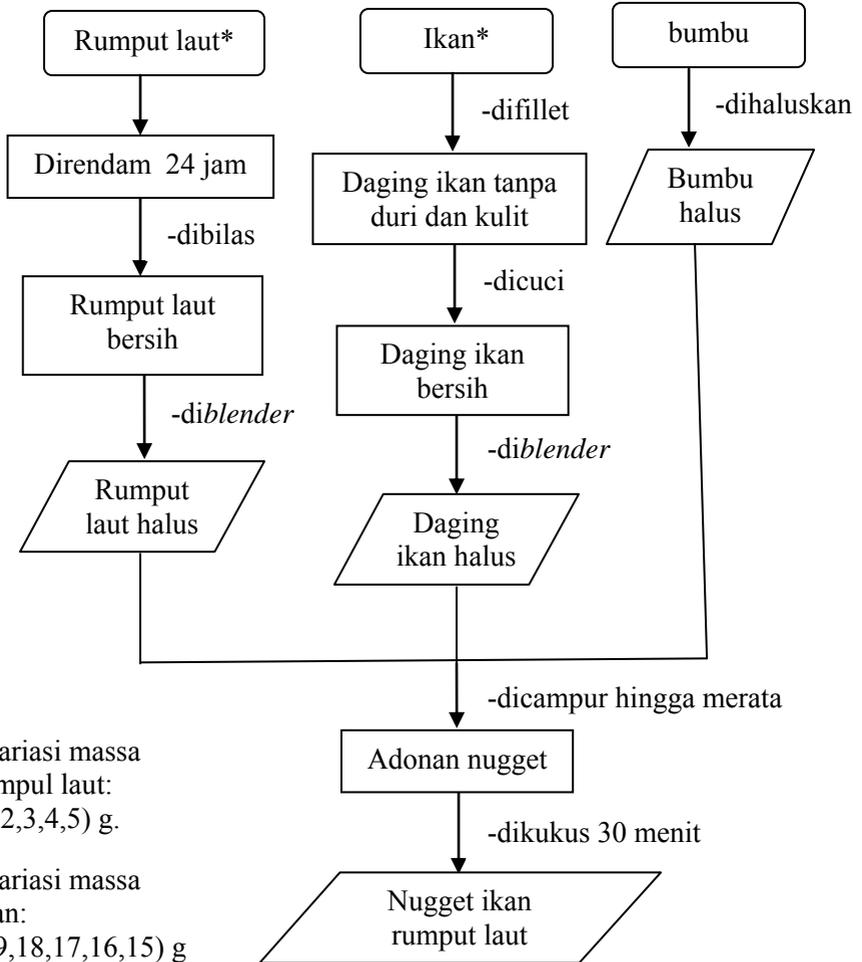


Mempunyai nama lengkap Anita Nurul Hidayati, penulis dilahirkan pada tanggal 22 Juli 1992. Anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Urip dan Emi Muzafafa. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Darmawanita Sumengko Duduksampeyan Gresik (1999), SDN Sumengko Duduksampeyan Gresik (2005), SMPN 1 Duduksampeyan Gresik (2008) dan SMAN 1 Manyar Gresik (2011). Ketika mengenyam di pendidikan Sekolah Dasar penulis pernah meraih juara 2 lomba mengarang sekabupaten dan juara 3 olimpiade matematika tingkat kota. Penulis melanjutkan studinya di Perguruan Tinggi Negeri dan diterima di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya di Jurusan Kimia melalui program SNMPTN Undangan pada tahun 2011 dengan NRP 1411100042. Selama masa perkuliahan, penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMKA) dan telah mengikuti beberapa seminar serta kepanitiaan. Selain itu, penulis pernah melakukan Kerja Praktek di Semen Indonesia-Tuban dan kini telah menyelesaikan Tugas Akhir di bidang pangan Biokimia, Laboratorium Fundamental Kimia ITS dibawah bimbingan Dra.Sukesi, M.Si (Alm) dan Suprpto, M.Si, Ph.D. Penulis dapat dihubungi melalui email [Anitanurul77@yahoo.com](mailto:Anitanurul77@yahoo.com).

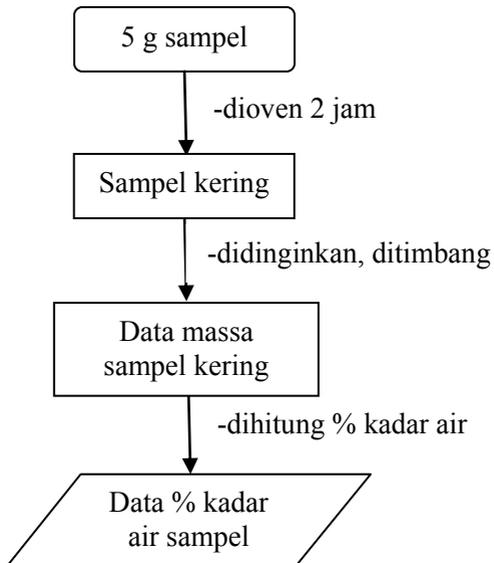
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LAMPIRAN A**  
**SKEMA KERJA**

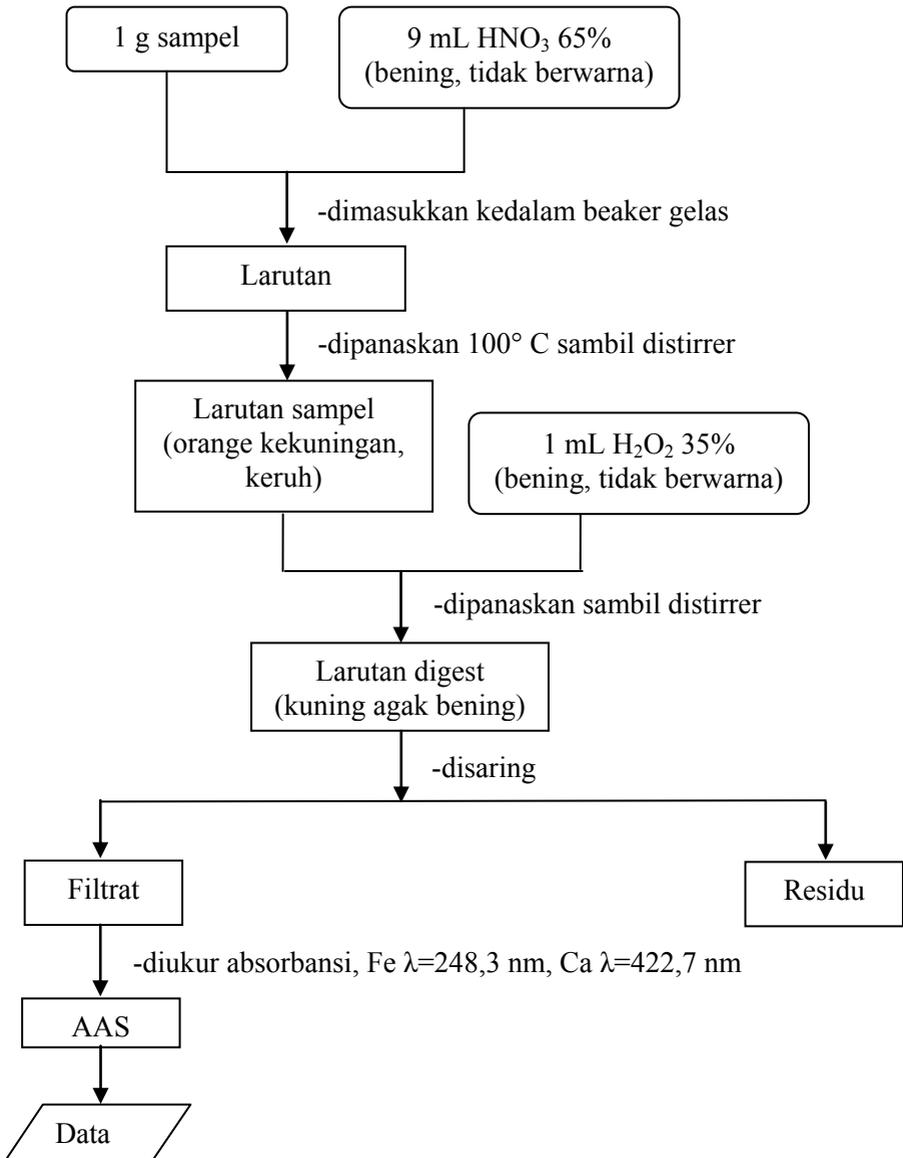
**1. Pembuatan Nugget Ikan Rumpul Laut**



## 2. Penentuan Kadar Air



### 3. Analisis Sampel



## **LAMPIRAN B**

### **PEMBUATAN REAGEN**

#### **1. Pembuatan Larutan HNO<sub>3</sub> 1%**

Larutan HNO<sub>3</sub> 1% dibuat dengan cara mengambil larutan HNO<sub>3</sub> 65% sebanyak 15,4 mL dan dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL. Kemudian ditambahkan akuademineralta hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen. HNO<sub>3</sub> 65% adalah 65 mL HNO<sub>3</sub> dalam 100 mL larutan, sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\65 \times V_1 &= 1 \times 1000 \text{ mL} \\V_1 &= 15,4 \text{ mL}\end{aligned}$$

Sehingga untuk membuat larutan HNO<sub>3</sub> 1% membutuhkan 15,4 mL HNO<sub>3</sub> 65% yang dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan hingga tanda batas.

**LAMPIRAN C**  
**PEMBUATAN LARUTAN KERJA DAN LARUTAN**  
**STANDAR**

**1. Pembuatan Larutan Kerja Fe 10 ppm**

Pembuatan larutan kerja Fe 10 ppm dibuat dengan cara mengambil 1 mL larutan stock Fe 1000 ppm kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1% hingga tanda batas. Berikut ini perhitungan pembuatan larutan kerja Fe 10 ppm:

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= 1 \text{ mL} \end{aligned}$$

**2. Pembuatan Larutan Standar Fe**

Pembuatan larutan standar Fe dilakukan dengan cara mengambil larutan kerja Fe 10 ppm masing-masing sebanyak 5; 10; 15; 20; dan 25 mL dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL. Kemudian diencerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1% sampai tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm. Berikut ini perhitungan larutan standar Fe:

Fe 1 ppm: 
$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ ppm} \times V_1 &= 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 5 \text{ mL} \end{aligned}$$

Fe 2 ppm: 
$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ ppm} \times V_1 &= 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Fe 3 ppm: 
$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ ppm} \times V_1 &= 3 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 15 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fe 4 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 10 \text{ ppm} \times V_1 = 4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ & V_1 = 20 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fe 5 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 10 \text{ ppm} \times V_1 = 5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ & V_1 = 25 \text{ mL} \end{aligned}$$

### 3. Pembuatan Larutan Kerja Ca 100 ppm

Pembuatan larutan kerja Ca 100 ppm dibuat dengan cara mengambil 10 mL larutan stock Ca 1000 ppm kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuademineralta hingga tanda batas. Berikut ini perhitungan pembuatan larutan kerja Ca 100 ppm:

$$\begin{aligned} & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 1000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ & V_1 = 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

### 4. Pembuatan Larutan Kerja Ca 100 ppm

Pembuatan larutan standar Ca dilakukan dengan cara mengambil larutan kerja Ca 100 ppm masing-masing sebanyak 2; 4; 6; 8; dan 10 mL dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Kemudian diencerkan dengan akuademineralta sampai tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm. Berikut ini perhitungan larutan standar Ca:

$$\begin{aligned} \text{Ca 2 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 100 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ & V_1 = 2 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ca 4 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 100 \text{ ppm} \times V_1 = 4 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ & V_1 = 4 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ca 6 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 100 \text{ ppm} \times V_1 = 6 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ & V_1 = 6 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ca 8 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 100 \text{ ppm} \times V_1 = 8 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ & V_1 = 8 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ca 10 ppm:} \quad & M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \\ & 100 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ & V_1 = 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

## LAMPIRAN D

### HASIL IDENTIFIKASI RUMPUT LAUT



**UNIT LAYANAN BIOLOGI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115), Telepon 62-31 5936501, 5926804; Faks. 62-31 5926804  
 Email : unitlayanan.biologi@gmail.com

Nomor : -  
 Hal : Determinasi Rumput Laut

Kepada Yth.  
**Anita Nurul Hidayati (1411100042)**  
 Jurusan Kimia FMIPA ITS  
 Di Surabaya

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi dan klasifikasi taksonomis sampel rumput laut yang telah kami terima pada tanggal 3 Januari 2014. Adapun nama jenis sampel rumput laut tersebut adalah *Eucheuma denticulatum*, dengan kedudukan dalam sistem klasifikasi biologi menurut Carpenter & Niem (1998) adalah sebagai berikut.

- Filum/Divisi : Rhodophyta
- Kelas : Floridophyceae
- Sub-Kelas : Rhodymeniophycidae
- Ordo : Gigartinales
- Familia : Solieriaceae
- Genus : *Eucheuma*
- Spesies : *Eucheuma denticulatum*

Demikian hasil ini disampaikan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya, dan atas kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Mengetahui,  
 Ketua Unit Layanan Biologi



Dr. Sri Puji Astuti W., M.Si.  
 NIP. 19660221 199203 2 001

Surabaya, 28 Januari 2014  
 Penyelia

Dr. Moch. Affandi, M.Si.  
 NIP. 19640412 199002 1 001

## LAMPIRAN E

### PERHITUNGAN ANALISIS KADAR AIR

Perhitungan kadar air pada cuplikan dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{massa awal} - \text{massa akhir}}{\text{massa awal}} \times 100\%$$

#### 1. Perhitungan Kadar Air Pada Rumput Laut

Data analisis yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel E.1.

Tabel E.1 Kadar Air Pada Rumput Laut

No	Massa cawan kering (g)	Massa awal (g)	Massa akhir+massa cawan kering (g)	Massa akhir (g)	Kadar air (%)
1	38,7685	5,0036	39,1967	0,4282	91,4421
2	49,7271	5,0059	50,1491	0,4220	91,5699
3	44,5119	5,0083	44,9389	0,4270	91,4741
<b>Rata-rata</b>					<b>91,4953</b>

## 2. Perhitungan Kadar Air Pada Ikan

Data analisis yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel E.2.

Tabel E.2 Kadar Air Pada Ikan

No	Massa cawan kering (g)	Massa awal (g)	Massa akhir+massa cawan kering (g)	Massa akhir (g)	Kadar air (%)
1	48,4526	5,0038	49,5713	1,1187	77,6429
2	44,2247	5,0062	45,3398	1,1151	77,7256
3	42,3945	5,0072	43,5133	1,1188	77,6561
<b>Rata-rata</b>					<b>77,6748</b>

### 3. Perhitungan Kadar Air Pada Nugget Ikan Rumput Laut

Data analisis yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel E.3.

Tabel E.3 Kadar Air Pada Nugget Ikan Rumput Laut

Sampel	No	Massa cawan kering (g)	Massa awal (g)	Massa akhir+massa cawan kering (g)	Massa akhir (g)	Kadar air (%)
<b>Nugget 1</b>	1	49,7273	5,0005	50,9485	1,2212	75,5778
	2	44,1388	5,0053	45,3481	1,2093	75,8389
	3	49,7254	5,0013	50,9284	1,2030	75,9462
<b>Rata-rata</b>						<b>75,7876</b>
<b>Nugget 2</b>	1	44,2201	5,0017	45,4190	1,1989	76,0301
	2	38,7668	5,0010	39,9623	1,1955	76,0947
	3	45,6401	5,0044	46,8486	1,2085	75,8512
<b>Rata-rata</b>						<b>75,9920</b>
<b>Nugget 3</b>	1	39,5408	5,0033	40,6633	1,1225	77,5648
	2	42,3890	5,0036	43,5333	1,1443	77,1304
	3	48,4485	5,0020	49,6378	1,1893	76,2235
<b>Rata-rata</b>						<b>76,9729</b>
<b>Nugget 4</b>	1	28,0361	5,0034	29,1516	1,1155	77,7051
	2	44,0047	5,0037	45,1029	1,0982	78,0516
	3	44,5181	5,0046	45,6369	1,1188	77,6445
<b>Rata-rata</b>						<b>77,8004</b>
<b>Nugget 5</b>	1	43,7926	5,0019	44,8860	1,0934	78,1403
	2	44,8457	5,0067	45,8890	1,0440	79,1479
	3	51,7529	5,0019	52,8180	1,0658	78,6921
<b>Rata-rata</b>						<b>78,6601</b>

## LAMPIRAN F

### ANALISIS REGRESI LINEAR DAN PERHITUNGAN UJI-t

#### 1. Analisis Regresi Linear Kurva Kalibrasi Fe

Kurva kalibrasi dibuat dengan mengalurkan absorbansi larutan standar Fe pada panjang gelombang maksimum 248,3 nm, dengan konsentrasi larutan standar Fe (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y). Data absorbansi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel F.1.

Tabel F.1 Penentuan Persamaan Regresi Linear Fe

$x_i$	$y_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	$\frac{(x_i - \bar{x})}{(y_i - \bar{y})}$
0	0,0012	-2,5	6,25	-0,1002	0,0100	0,2506
1	0,0420	-1,5	2,25	-0,0594	0,0035	0,0892
2	0,0828	-0,5	0,25	-0,0186	0,0003	0,0093
3	0,1223	0,5	0,25	0,0209	0,0004	0,0104
4	0,1606	1,5	2,25	0,0592	0,0035	0,0888
5	0,1997	2,5	6,25	0,0983	0,0097	0,2649
$\bar{x} = 2,5$	$\bar{y} = 0,1014$		$\Sigma = 17,5$		$\Sigma = 0,0275$	$\Sigma = 0,6939$

Persamaan regresi linear untuk kurva kalibrasi dapat diturunkan dari persamaan:

$$\bar{y} = b \bar{x} + a$$

dimana : a = intersep

b = slope

Selanjutnya nilai slope (b) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{\Sigma[(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \frac{0,6939}{17,5} = 0,0397$$

Kemudian nilai slope (b) disubstitusikan ke persamaan regresi linear untuk mendapatkan nilai intersep:

$$\begin{aligned} 0,1014 &= 0,0397 (2,5) + a \\ a &= 0,0023 \end{aligned}$$

sehingga diperoleh persamaan regresi linearnya:

$$y = 0,0397x + 0,0023$$

Koefisien korelasi (r) digunakan untuk mengetahui seberapa baik kumpulan titik percobaan sesuai dengan garis lurus. Nilai r dihitung dengan persamaan:

$$r = \frac{\Sigma[(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\Sigma[(x_i - \bar{x})^2] \Sigma[(y_i - \bar{y})^2]}}$$

Berdasarkan tabel diatas maka dapat dilakukan perhitungan nilai r sebagai berikut:

$$r = \frac{0,6939}{\sqrt{17,5 \times 0,0275}} = 0,9999$$

sehingga diperoleh nilai  $r = 0,9999$  dan nilai  $r^2 = (0,9999)^2 = 0,9998$ . Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka untuk

mengetahui koefisien korelasi yang cukup berarti, dilakukan uji keberartian (uji-t) dengan persamaan:

$$t = \frac{|r|\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}}$$

$$t = \frac{|0,9999|\sqrt{(6-2)}}{\sqrt{(1-0,9998)}} = 141,4085$$

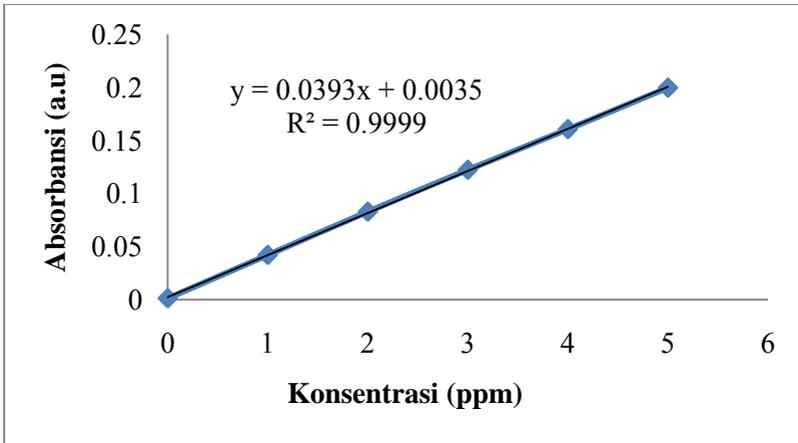
$$\begin{aligned} \text{derajat kebebasan} &= n-2 \\ &= 6-2 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Dimana:

$H_0$  = tidak ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Fe (x) dan absorbansi (y)

$H_i$  = ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Fe (x) dan absorbansi (y)

Sehingga nilai  $t_{\text{hitung}}$  diatas dibandingkan dengan nilai  $t_{\text{tabel}}$  dari nilai kritik sebaran-t (Lampiran J) yaitu 2,78 untuk selang kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan (n-2). Karena  $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ , maka  $H_0$  ditolak. Sehingga ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Fe (x) dan absorbansi (y). Korelasi tersebut ditunjukkan pada Gambar F.1 dibawah ini:



**Gambar F.1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe**

## **2. Analisis Regresi Linear Kurva Kalibrasi Ca**

Kurva kalibrasi dibuat dengan mengalurkan absorbansi larutan standar Ca pada panjang gelombang maksimum 422,7 nm, dengan konsentrasi larutan standar Ca (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y). Data absorbansi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel F.2.

Tabel F.2 Penentuan Persamaan Regresi Linear Ca

$x_i$	$y_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	$\frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(x_i - \bar{x})^2}$
0	0,0027	-5	25	-0,1836	0,0337	0,9179
2	0,0803	-3	9	-0,1059	0,0112	0,3179
4	0,1519	-1	1	-0,0344	0,0012	0,0344
6	0,2220	1	1	0,03572	0,0013	0,0357
8	0,2795	3	9	0,09322	0,0087	0,2797
10	0,3813	5	25	0,1950	0,0380	0,9751
$\bar{x} = 5$	$\bar{y} = 0,1863$		$\Sigma = 70$		$\Sigma = 0,0941$	$\Sigma = 2,5607$

Persamaan regresi linear untuk kurva kalibrasi dapat diturunkan dari persamaan:

$$\bar{y} = b \bar{x} + a$$

dimana : a = intersep

b = slope

Selanjutnya nilai slope (b) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{\Sigma[(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \frac{2,5607}{70} = 0,0366$$

Kemudian nilai slope (b) disubstitusikan ke persamaan regresi linear untuk mendapatkan nilai intersep:

$$0,1863 = 0,0366 (5) + a$$

$$a = 0,0034$$

sehingga diperoleh persamaan regresi linearnya:

$$y = 0,0366x + 0,0034$$

Koefisien korelasi ( $r$ ) digunakan untuk mengetahui seberapa baik kumpulan titik percobaan sesuai dengan garis lurus. Nilai  $r$  dihitung dengan persamaan:

$$r = \frac{\Sigma[(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\Sigma[(x_i - \bar{x})^2][\Sigma(y_i - \bar{y})^2]}}$$

Berdasarkan tabel diatas maka dapat dilakukan perhitungan nilai  $r$  sebagai berikut:

$$r = \frac{2,5607}{\sqrt{70 \times 0,0941}} = 0,9977$$

sehingga diperoleh nilai  $r = 0,9977$  dan nilai  $r^2 = (0,9977)^2 = 0,9954$ . Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka untuk mengetahui koefisien korelasi yang cukup berarti, dilakukan uji keberartian (uji-t) dengan persamaan:

$$t = \frac{|r|\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}}$$

$$t = \frac{|0,9977|\sqrt{(6-2)}}{\sqrt{(1-0,9954)}} = 29,4307$$

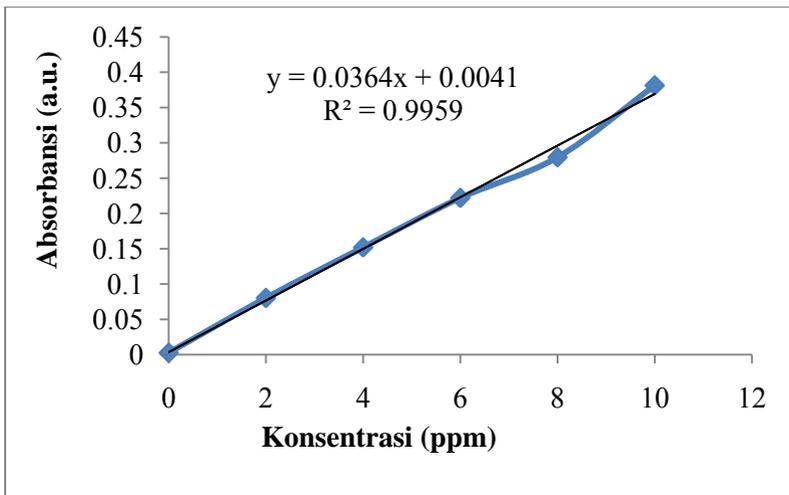
$$\begin{aligned} \text{derajat kebebasan} &= n-2 \\ &= 6-2 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Dimana:

$H_0$  = tidak ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Ca (x) dan absorbansi (y)

$H_i$  = ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Ca (x) dan absorbansi (y)

Sehingga nilai  $t_{hitung}$  diatas dibandingkan dengan nilai  $t_{tabel}$  dari nilai kritik sebaran-t (Lampiran J) yaitu 2,78 untuk selang kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan (n-2). Karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak. Sehingga ada korelasi yang linear antara konsentrasi larutan standar Ca (x) dan absorbansi (y). Korelasi tersebut ditunjukkan pada Gambar F.2 dibawah ini:



**Gambar F.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Ca**

**LAMPIRAN G**  
**PERHITUNGAN KADAR MINERAL DALAM RUMPUT**  
**LAUT DAN NUGGET IKAN**

**1. Hasil Perhitungan Kadar Fe**

Absorbansi larutan sampel hasil preparasi destruksi basah dengan campuran asam  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dengan perbandingan 4,5:0,5 diukur pada panjang gelombang 248,3 nm dengan AAS. Absorbansi yang terukur digunakan untuk menentukan konsentrasi Fe pada masing-masing larutan. Konsentrasi larutan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = 0,0393x + 0,0035$$
$$R^2 = 0,9999$$

Konsentrasi Fe dalam sampel terdapat pada Tabel G.1.

Tabel G.1 Data Hasil Perhitungan Kadar Fe

No	Jenis sampel	Massa (g)	Absorbansi	Konsentrasi ( $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$ )	Kadar Fe ( $\frac{\text{mg}}{\text{Kg}}$ )
1	Rumput laut	1,0001	0,0535	1,2897	32,2393
2		1,0008	0,0546	1,3421	33,5257
3		1,0008	0,0533	1,3525	33,7855
<b>Rata-rata</b>					<b>33,1835</b>
1	Ikan	1,0000	0,0402	0,9231	23,0775
2		1,0007	0,0407	0,8927	22,3019
3		1,0006	0,0400	0,8929	22,3091
<b>Rata-rata</b>					<b>22,5628</b>
1	Nugget 1	1,0006	0,0421	1,0256	25,6246
2		1,0007	0,0418	1,0672	26,6613
3		1,0001	0,0413	1,0561	26,3999
<b>Rata-rata</b>					<b>26,2286</b>
1	Nugget 2	1,0007	0,0510	1,2548	31,3481
2		1,0003	0,0525	1,2698	31,7355
3		1,0009	0,0519	1,2485	31,1844
<b>Rata-rata</b>					<b>31,4227</b>
1	Nugget 3	1,0004	0,0611	1,4102	35,2409
2		1,0008	0,0609	1,4098	35,2168
3		1,0009	0,0621	1,4691	36,6945
<b>Rata-rata</b>					<b>35,7174</b>
1	Nugget 4	1,0005	0,0690	1,5352	38,3608
2		1,0006	0,0687	1,4978	37,4225
3		1,0009	0,0675	1,5468	38,6352
<b>Rata-rata</b>					<b>38,1395</b>
1	Nugget 5	1,0008	0,0723	1,7512	43,7450
2		1,0009	0,0731	1,7302	43,2161
3		1,0000	0,0740	1,7289	43,2225
<b>Rata-rata</b>					<b>43,3945</b>

Kadar Fe dalam sampel ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kadar Fe } \frac{\text{mg}}{\text{kg}} &= \frac{\text{Konsentrasi Fe } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume sampel(L)}}{\text{Massa sampel(kg)}} \\ &= \frac{1,2897\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0,0250(\text{L})}{1,0001 \times 10^{-3} (\text{kg})} = 32,2393 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

Berdasarkan data kadar Fe yang diperoleh, maka ditentukan Standar Deviasi (SD) melalui persamaan berikut:

$$\text{SD} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Data nilai Standar Deviasi (SD) yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel G.2 dibawah ini:

Tabel G.2 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kadar Fe

No	Sampel	$x_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	Standar Deviasi (SD)
1	Rumput laut	1,2897	-0,0384	$1,47 \times 10^{-3}$	0,0336
2		1,3421	0,0140	$1,96 \times 10^{-4}$	
3		1,3525	0,0244	$5,95 \times 10^{-4}$	
		$\bar{x} = 1,3281$		$\Sigma = 2,26 \times 10^{-3}$	
1	Ikan	0,9231	0,0202	$4,08 \times 10^{-4}$	0,0175
2		0,8927	-0,0102	$1,04 \times 10^{-4}$	
3		0,8929	-0,0100	$1,00 \times 10^{-4}$	
		$\bar{x} = 0,9029$		$\Sigma = 6,12 \times 10^{-4}$	
1	Nugget 1	1,0256	-0,0240	$5,76 \times 10^{-4}$	0,0215
2		1,0672	0,0176	$3,09 \times 10^{-4}$	
3		1,0561	0,0065	$4,23 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 1,0496$		$\Sigma = 9,27 \times 10^{-4}$	
1	Nugget 2	1,2548	-0,0029	$8,41 \times 10^{-6}$	0,0109
2		1,2698	0,0121	$1,46 \times 10^{-4}$	
3		1,2485	-0,0092	$8,46 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 1,2577$		$\Sigma = 2,39 \times 10^{-4}$	
1	Nugget 3	1,4102	-0,0195	$3,80 \times 10^{-4}$	0,0341
2		1,4098	-0,0199	$3,96 \times 10^{-4}$	
3		1,4691	0,0394	$1,55 \times 10^{-3}$	
		$\bar{x} = 1,4297$		$\Sigma = 2,33 \times 10^{-3}$	
1	Nugget 4	1,5352	0,0086	$7,39 \times 10^{-5}$	0,0256
2		1,4978	-0,0288	$8,29 \times 10^{-4}$	
3		1,5468	0,0202	$4,08 \times 10^{-4}$	
		$\bar{x} = 1,5266$		$\Sigma = 3,13 \times 10^{-3}$	

1	Nugget 5	1,7512	0,0144	$2,07 \times 10^{-4}$	0,0125
2		1,7302	-0,0066	$4,36 \times 10^{-5}$	
3		1,7289	-0,0079	$6,24 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 1,7368$		$\Sigma = 3,13 \times 10^{-4}$	

### 1. Hasil Perhitungan Kadar Ca

Absorbansi larutan sampel hasil preparasi destruksi basah dengan campuran asam  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dengan perbandingan 4,5:0,5 diukur pada panjang gelombang 422,7 nm dengan AAS. Absorbansi yang terukur digunakan untuk menentukan konsentrasi Ca pada masing-masing larutan. Konsentrasi larutan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = 0,0364x + 0,0041$$

$$R^2 = 0,9959$$

Konsentrasi Ca dalam sampel terdapat pada Tabel G.3.

Tabel G.3 Data Hasil Perhitungan Kadar Ca

No	Jenis sampel	Massa (g)	Absorbansi	Konsentrasi ( $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$ )	Kadar Ca ( $\frac{\text{mg}}{\text{Kg}}$ )
1	Rumput laut	1,0005	0,0600	1,5672	15.664,1679
2		1,0007	0,0611	1,5320	15.309,2835
3		1,0008	0,0602	1,4682	14.670,2638
<b>Rata-rata</b>					<b>15.214,5717</b>
1	Ikan	1,0008	0,0431	0,8031	8.026,9865
2		1,0005	0,0428	0,7601	7.597,2014
3		1,0005	0,0420	0,7517	7.510,9912
<b>Rata-rata</b>					<b>7.711,7264</b>
1	Nugget 1	1,0009	0,0459	1,0752	10.742,3319
2		1,0006	0,0466	1,1040	11.033,3799
3		1,0009	0,0448	1,0590	10.580,4776
<b>Rata-rata</b>					<b>10.785,3965</b>
1	Nugget 2	1,0007	0,0498	1,4181	14.171,0802
2		1,0006	0,0476	1,3582	13.573,8557
3		1,0006	0,0488	1,3629	13.620,8275
<b>Rata-rata</b>					<b>13.788,5878</b>
1	Nugget 3	1,0008	0,0655	1,7054	17.040,3677
2		1,0008	0,0642	1,6243	16.230,0160
3		1,0000	0,0657	1,7986	17.986
<b>Rata-rata</b>					<b>17.085,4612</b>
1	Nugget 4	1,0002	0,0889	1,9652	19.648,0704
2		1,0003	0,0893	1,9543	19.537,1389
3		1,0009	0,0887	1,8767	18.750,1249
<b>Rata-rata</b>					<b>19.311,7781</b>
1	Nugget 5	1,0009	0,0902	2,2378	22.357,8780
2		1,0001	0,0909	2,1752	21.749,8250
3		1,0008	0,0911	2,2291	22.273,1815
<b>Rata-rata</b>					<b>22.126,9615</b>

Kadar Ca dalam sampel ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Ca } \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{\text{Konsentrasi Ca } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Volume sampel (L)}}{\text{Massa sampel (kg)}}$$

$$= \frac{1,5672 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 100 \times 0,1000 (\text{L})}{1,0005 \times 10^{-3} (\text{kg})} = 15.664,16 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

Berdasarkan data kadar Ca yang diperoleh, maka ditentukan Standar Deviasi (SD) melalui persamaan berikut:

$$\text{SD} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Data nilai Standar Deviasi (SD) yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel G.4 dibawah ini:

Tabel G.4 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kadar Ca

No	Sampel	$x_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	Standar Deviasi (SD)
1	Rumput laut	1,5672	0,0447	$19,98 \times 10^{-4}$	0,0502
2		1,5320	0,0095	$90,25 \times 10^{-6}$	
3		1,4682	-0,0543	$29,48 \times 10^{-4}$	
		$\bar{x} = 1,5225$		$\Sigma = 50,36 \times 10^{-4}$	
1	Ikan	0,8031	-0,0199	$39,60 \times 10^{-5}$	0,0276
2		0,7601	-0,0115	$13,22 \times 10^{-5}$	
3		0,7517	0,0315	$99,22 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 0,7716$		$\Sigma = 15,20 \times 10^{-4}$	
1	Nugget 1	1,0752	-0,0042	$17,64 \times 10^{-6}$	0,0228
2		1,1040	0,0246	$60,52 \times 10^{-5}$	
3		1,0590	-0,0204	$41,62 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 1,0794$		$\Sigma = 10,39 \times 10^{-4}$	
1	Nugget 2	1,4181	0,0384	$14,75 \times 10^{-4}$	0,0333
2		1,3582	-0,0215	$46,23 \times 10^{-5}$	
3		1,3629	-0,0168	$28,22 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 1,3797$		$\Sigma = 22,19 \times 10^{-4}$	
1	Nugget 3	1,7054	-0,0040	$16,00 \times 10^{-6}$	0,0872
2		1,6243	-0,0851	$72,42 \times 10^{-4}$	
3		1,7986	0,0892	$79,56 \times 10^{-4}$	
		$\bar{x} = 1,7094$		$\Sigma = 15,21 \times 10^{-3}$	
1	Nugget 4	1,9652	0,0331	$10,96 \times 10^{-4}$	0,0483
2		1,9543	0,0222	$49,28 \times 10^{-5}$	
3		1,8767	-0,0554	$30,69 \times 10^{-4}$	
		$\bar{x} = 1,9321$		$\Sigma = 46,58 \times 10^{-4}$	

1	Nugget 5	2,2378	0,0238	$56,64 \times 10^{-5}$	0,0339
2		2,1752	-0,0388	$15,05 \times 10^{-4}$	
3		2,2291	0,0151	$22,80 \times 10^{-5}$	
		$\bar{x} = 2,2140$		$\Sigma = 22,99 \times 10^{-4}$	

**LAMPIRAN H**  
**PERHITUNGAN UJI ANOVA PADA SAMPEL**

**1. ANOVA Kadar Fe**

Tabel J.1 Jumlah Kuadrat Kadar Fe dalam Nugget Ikan Rumput Laut

Replikasi	Variasi Massa Penambahan Rumput Laut pada Nugget									
	Nugget 1		Nugget 2		Nugget 3		Nugget 4		Nugget 5	
	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>
1	1,0256	1,0518	1,2548	1,5745	1,4102	1,9887	1,5352	2,3568	1,7512	3,0667
2	1,0672	1,1389	1,2698	1,6124	1,4098	1,9875	1,4978	2,2434	1,7302	2,9936
3	1,0561	1,1153	1,2485	1,5588	1,4691	2,1583	1,5468	2,3926	1,7289	2,9891
Total	3,1489	3,3061	3,7731	4,7457	4,2891	6,1345	4,5798	6,9928	5,2103	9,0494
Rata-rata	1,0496	1,1020	1,2577	1,5819	1,4297	2,0448	1,5266	2,3309	1,7368	3,0165

- (a) Jumlah Kuadrat (JK)
- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$= \sum X^2 - \frac{(\sum XT)^2}{N}$$

$$\begin{aligned}
 &= (3,3061+4,7457+6,1345+6,9928+9,0494) - \frac{(3,1489+3,7731+4,2891+4,5798+5,2103)^2}{15} \\
 &= 30,2285 - \frac{441,0504}{15} = 30,2285 - 29,4034 = 0,8251
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Antar Kelompok (JKA)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\sum X_a)^2}{n} + \frac{(\sum X_b)^2}{n} + \frac{(\sum X_c)^2}{n} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \\
 &= \frac{(3,1489)^2}{3} + \frac{(3,7731)^2}{3} + \frac{(4,2891)^2}{3} + \frac{(4,5798)^2}{3} + \frac{(5,2103)^2}{3} - \frac{(441,0504)}{15} \\
 &= 30,2234 - 29,4034 = 0,8199
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Dalam Kelompok (JKD) = JKT – JKA = 0,8251 - 0,8199 = 0,0051

(b) Derajat Kebebasan (db)

- db antar kelompok (dbA) =  $a - 1 = 5 - 1 = 4$

- db dalam kelompok (dbD)  $= N - a = 15 - 5 = 10$
- db Total (dbT)  $= N - 1 = 15 - 1 = 14$

(c) Mean Kuadrat (MK)

- MK Antar Kelompok (MKA)  $= \frac{JKA}{dbA} = \frac{0,8199}{4} = 0,2050$
- MK Dalam Kelompok (MKD)  $= \frac{JKD}{dbD} = \frac{0,00512}{10} = 0,0005$

$$(d) F \text{ hitung} = \frac{MKA}{MKD} = \frac{0,2050}{0,0005} = 410$$

$$(e) F \text{ tabel} = F (V_1, V_2) = F (4, 10) = 3,478$$

## 2. ANOVA Kadar Ca

Tabel J.2 Jumlah Kuadrat Kadar Ca dalam Nugget Ikan Rumput Laut

Replikasi	Variasi Massa Penambahan Rumput Laut pada Nugget									
	Nugget 1		Nugget 2		Nugget 3		Nugget 4		Nugget 5	
	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>	X	X <sup>2</sup>
1	1,0752	1,1561	1,4181	2,0110	1,7054	2,9084	1,9652	3,8620	2,2378	5,0077
2	1,1040	1,2188	1,3582	1,8447	1,6243	2,6384	1,9543	3,8193	2,1752	4,7315
3	1,0592	1,1215	1,3629	1,8575	1,7986	3,2350	1,8767	3,5220	2,2291	4,9689
Total	3,2382	3,4964	4,1392	5,7132	5,1283	8,7817	5,7962	11,2033	6,6421	14,7081
Rata-rata	1,0794	1,1655	1,3797	1,9044	1,7094	2,9272	1,9321	3,7344	2,2140	4,9027

(a) Jumlah Kuadrat (JK)

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$= \sum X^2 - \frac{(\sum XT)^2}{N}$$

$$\begin{aligned}
 &= (3,4964+5,7132+8,7817+11,2033+14,7081) - \frac{(3,2382+4,1392+5,1283+5,7962+6,6421)^2}{15} \\
 &= 43,9027 - \frac{622,2031}{15} = 43,9027 - 41,4802 = 2,4225
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Antar Kelompok (JKA)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\sum X_a)^2}{n} + \frac{(\sum X_b)^2}{n} + \frac{(\sum X_c)^2}{n} - \frac{(\sum XT)^2}{N} \\
 &= \frac{(3,2382)^2}{3} + \frac{(4,1392)^2}{3} + \frac{(5,1283)^2}{3} + \frac{(5,7962)^2}{3} + \frac{(6,6421)^2}{3} - \frac{(662,2031)}{15} \\
 &= 43,8773 - 41,4802 = 2,3971
 \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Dalam Kelompok (JKD) = JKT – JKA = 2,4225 - 2,3971 = 0,0254

(b) Derajat Kebebasan (db)

- db antar kelompok (dbA) =  $a - 1 = 5 - 1 = 4$
- db dalam kelompok (dbD) =  $N - a = 15 - 5 = 10$

- db Total (dbT)  $= N - 1 = 15 - 1 = 14$

(c) Mean Kuadrat (MK)

- MK Antar Kelompok (MKA)  $= \frac{JKA}{dbA} = \frac{2,3971}{4} = 0,5993$

- MK Dalam Kelompok (MKD)  $= \frac{JKD}{dbD} = \frac{0,02543}{10} = 0,0025$

(d) F hitung  $= \frac{MKA}{MKD} = \frac{0,5993}{0,0025} = 239,72$

(e) F tabel  $= F (V_1, V_2) = F (4, 10) = 3,478$

**LAMPIRAN I**  
**TABEL NILAI F UNTUK ANOVA SATU ARAH**

Tabel K. Nilai gawat F untuk uji satu-arah ( $P=0,05$ ) (Miller, 2005)

v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>					
	1	2	3	4	5	6
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33
3	10,13	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,428	3,374
10	4,965	4,103	3,708	<b>3,478</b>	3,326	3,217
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,843
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790

**LAMPIRAN J**  
**TABEL NILAI KRITIK SEBARAN-t**

Tabel I. Nilai Kritik Sebaran-t (Miller, 2005)

Nilai t untuk selang kepercayaan	90%	95%	98%	99%
Nilai gawat $ t $ untuk nilai $P$	0,10	0,05	0,02	0,01
Banyaknya derajat kebebasan (n-1)				
1	6,31	12,71	31,82	63,66
2	2,92	4,30	6,96	9,92
3	2,35	3,18	4,54	5,84
4	2,13	2,78	3,75	4,60
5	2,02	2,57	3,36	4,03
6	1,94	2,45	3,14	3,71
7	1,89	2,36	3,00	3,50
8	1,86	2,31	2,90	3,36
9	1,83	2,26	2,82	3,25
10	1,81	2,23	2,76	3,17
12	1,78	2,18	2,68	3,05
14	1,76	2,14	2,62	2,98
16	1,75	2,12	2,58	2,92
18	1,73	2,10	2,55	2,88
20	1,72	2,09	2,53	2,85
30	1,70	2,04	2,46	2,75
50	1,68	2,01	2,40	2,68
$\infty$	1,64	1,96	2,33	2,58

## LAMPIRAN K DOKUMENTASI



Rumput laut kering



Perendaman rumput laut



Rumput laut halus



Lumatan daging ikan



Pengukusan nugget ikan



Nugget setelah dikukus



Rumput laut setelah dioven



Nugget setelah dioven



Sampel dipanaskan

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, A.A. 2011. “Kualitas Karagenan Rumput Laut Jenis *Eucheuma spinosum* di Perairan Desa Punaga Kabupaten Takalar”. **Skripsi**. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Almatsier, S. 2004. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Anggadiredja, J.S., Irawati, dan Kismiyati. 1996. “Potensi dan manfaat rumput laut Indonesia dalam bidang farmasi”. **Seminar Nasional Industri Rumput Laut**. Jakarta: APBIRI, BPPT, Deptan.
- Anggadiredja, J., Zatinika, A., Purwanto, H., dan Istiani, S. 2006. **Rumput Laut**. Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya.
- Anonim. 1991. **Dasar-Dasar Pendidikan**. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Anonim. 1996. **Daftar Komposisi Kimia Bahan Makanan**. Jakarta: Bharatara Karya Aksara.
- Aslan, L. 1998. **Budidaya Rumput Laut**. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Aslan, L.M. 1991. **Seri Budi Daya Rumput Laut**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Astawan, M. 2009. **Ikan gabus dibutuhkan pascaoperasi**. <http://cybermed.cbn.net.id>. Diunduh 12 januari 2015.
- Aydin, I. 2008. “Comparison of dry, wet and microwave digestion procedures for the determination of chemical

elements in wool samples in Turkey using ICP-OES technique”. **Microchemical Journal** 90 : 82-87.

Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM). 2007. Jakarta: Acuan Label Gizi Produk Pangan.

Belitz, H.D., Grosch, W., and Schieberle P. 2009. **Food Chemistry**. 4<sup>th</sup> Revised and Extended ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Bold, H.C. dan Wynne, M.J. 1985, **Introduction to the Algae**, Second Edition, Prentice-Hall Mc. New York: Engelwood Cliffs.

Booth, Tony. 1975. **Essential Psychology Growing Up in Society**. London: The Chaucer Press.

Boyd, A.H. 1970. **Principles and methods of moisture measurement**. Seed Technology. Missisipi: Laboratory Missisipi State University.

Brotowidjoyo, M.D. 1995. **Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air**. Jogjakarta: Liberty.

Darmono. 1995. **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. Cetakan Pertama. Jakarta: UI Press.

Davidson, R.L. 1980. **Handbook of Water Soluble Gum and Resins**. New York: Mc. Graw., Hill. Inc.

DeMan dan John, M. 1997. **Kimia Makanan**. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata. Bandung: ITB.

Demirel, S., Tuzen, M., Saracoglu, S., dan Soylak, M. 2008. “Evaluation of various digestion procedures for trace

element content of some food materials”. **Journal of Hazardous Materials** 152 : 1020-1026.

Dietary Reference Intakes (DRIs). 2004. Recommended intakes for individuals. **Food and Nutrition Board**. Institute of Medicine, National Academies.

Diharmi, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Heruwati, E. 2011. “Karakteristik Komposisi Kimia Rumput Laut Merah (*Rhodophyceae*) *Eucheuma spinosum* yang dibudidayakan dari Perairan Nusa Penida, Takalar, dan Sumenep”. **Berkala Perikanan Trubuk** 39 : 61-66.

Djuhanda, T. 1981. **Dunia Ikan**. Bandung : Armico.

Dwidjoseputro, D. 1994. **Dasar-Dasar Mikrobiologi**. Jakarta: Djambatan.

Galland-Imouli, A., Fleurence, J., Larrghari, R., Lucon, M., Rouxel, C., Barbaroux, O., Bronowichi, J., Villaurne, C., dan Gueant, J. 1999. “Nutritional Value of Proteins from Edible Seaweed *Palmaria palmate* (Dulse)”. **Journal of Nutrition Biochemistry** 10 : 353-359.

Gracia-casal, M.N., Pereira, A.C., Leets, I., Ramirez, J., and Quiroga, M.F. 2007. “High Iron Content and Bioavailability in Human from Four Species of Marine Algae”. **The Journal of Nutrition** 137 : 2691-2695.

Haryanti, A.M., Darmanti, S., Izzati, M. 2008. “Kapasitas Penyerapan dan Penyimpanan Air pada Berbagai Ukuran Potongan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* sebagai Bahan Dasar Pupuk Organik”. **BIOMA** 10 (1) : 1-6.

- Heaney, R.P. 2000. "Calcium, Dairy Products and Osteoporosis". **Journal of the American College of Nutrition** 19 (2) : 83S–99S.
- Herawati, Sri. 2011. **Modul Praktikum**. Bangkalan: Universitas Trunojoyo.
- Houtkooper L., Farrell, V.A., Mullins, V.A. 2004. "Calcium Supplement Guidelines". **The University of Arizona Cooperative Extension**.
- Instalasi Gizi Perjan RSCM dan Asosiasi Dietisien Indonesia. 2005. **Penuntun Diet**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Irianto, K. dan Waluyo, K. 2004. **Gizi dan Pola Hidup Sehat**. Bandung: Yrama Widya.
- Jana-Anggadiredjo. 2006. **Rumput Laut**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kottelat, Maurice, dan Kartikasari, S.N. 1993. **Freshwater Fisher of Western Indonesia and Sulawesi**. Jakarta: Periplus Edition (HK) Ltd Bekerjasama dengan Proyek EMDL., Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup RI.
- Kusnandar, F. 2010. **Kimia Pangan Komponen Makro**. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat.
- Kusuma, D.S. 2013. "Fortifikasi Nugget Ayam Menggunakan Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*)". **Skripsi**. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.

- Legowo, A.M. dan Nurwantoro. 2004. **Analisa Pangan**. Diktat Universitas Diponegoro.
- Luning, K. and Pang, S.J. 2003. "Mass cultivation of seaweeds: current aspects and approaches". **Journal of Applied Phycology** 15 : 115-119.
- Masita, H.I. 2015. "Pengaruh Penambahan Rumput Laut Terhadap Kadar Magnesium dan Mangan Dalam Nugget Ikan". **Skripsi**. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.
- Moreda-Pineiro, J., Alonso-Rodriguez, E., Lopez-Mahia, P., Muniategui-Lorenzo, S., Prada-Rodriguez, D., Moreda-Pineiro, A. dan Bermejo-Barrera, P. 2007. "Development of A New Sample Pre-treatment Procedure Based on Pressurized Liquid Extraction for The Determination of Metals in Edible Seaweed". **Analytica Chimica Acta** 598 : 95-102.
- Mtolera, M.S. 2003. "Effect of Seagrass Cover and Mineral Content on *Kappaphycus* and *Eucheuma* Productivity in Zanzibar". **Western Indian Ocean J. Mar. Sci** 2 : 163-170.
- Murdinah. 2011. "Prospek Pengembangan Produk Berbasis Rumput Laut *Eucheuma Spinosum* dari Nusa Penida, Bali". **Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan** 1139-1142.
- Nielsen, S., Suzanne. 2003, **Food Analysis** 3<sup>rd</sup> ed., New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.

- Oski, F.A. 1993. "Iron deficiency in infancy and childhood". **The New England Journal of Medicine**. 329 (3) : 190-193.
- Poncomulyo. 2006. **Budidaya dan Pengelolaan Rumput Laut**. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Pudjirahayu. 1992. **Teknologi Fermentasi Produk Perikanan**. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Raimon. 1993. **Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering secara Spektrofotometri Serapan Atom**. Yogyakarta: Santika.
- Rao, P.V., Mantri, V., dan Ganesan, K. 2007. "Mineral Composition of Edible Seaweed *Porphyra vietnamensis*". **Food Chemistry** 102 : 215-218.
- Riganakos, K.A. and Kontaminas, M.G. 1995. "Efek of Heat Treatment on Moisture Sorption Behavior of Wheat Flours Using A Hygrometric Tehnique. G. Charalambous (Ed). Generation Analysis and Process Influence". **Journal of Food Flavors**.
- Rodenas de la Rocha, S., Sanchez-Muniz, F., Gomez-Juaristi, M. dan Larrea Marin, M. 2009. "Trace Elements Determination in Edible Seaweed by an Optimized and Validated ICP-MS Method". **Journal of Food Composition and Analysis** 22 : 330-336.
- Rospiati, E. 2006. "Evaluasi Mutu dan Nilai Gizi Nugget Daging Merah Ikan Tuna (*Thunnus Sp*)". **Tesis**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sediadi, A. dan Budihardjo, U. 2000. **Rumput Laut Komoditas Unggulan**. Jakarta: Grasindo.

- Sediaoetama, A.D. 1985. **Ilmu Gizi**. Jilid I. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat.
- Setyowati, M.T. 2002. “Sifat Fisik, Kimia dan Palatabilitas Nugget Kelinci, Sapi, Ayam yang Menggunakan Berbagai Tingkat Konsentrasi Tepung Maizena”. **Skripsi**. Jurusan Ilm Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sherwood, L. 2001. **Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem**. Edisi 2. Jakarta: EGC.
- Sianipar, D.T. 2003. “Pengaruh Kombinasi Bahan Pengikat dan Bahan Pengisi Terhadap Sifat Fisik, Kimia serta Palatabilitas Fish Nugget dai Daging Merah Tuna (*Thunnus obesus*)”. **Skripsi**. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- SNI 2354.5. 2011. Cara Uji Kimia – Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 7758. 2013. Nugget Ikan. Badan Standarisasi Nasional.
- Soediaoetama, A. 1998. **Ilmu Gizi**. Jakarta: Dian Rakyat.
- Soegiarto, A., Sulistijo, W.S. Atmadja dan Mubarak, H. 1978. **Rumput Laut (Algae) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidaya**. Jakarta: PT Pustaka Binaman Presindo.
- Sumardi. 1981. “Metode Destruksi Contoh Secara Kering Dalam Analisa Unsur-Unsur Fe-Cu-Mn dan Zn dalam Contoh-Contoh Biologis”. **Prosiding Seminar**

**Nasional Metode Analisis Lembaga Kimia Nasional.** Jakarta: LIPI.

- Supariasa. 2002. **Penilaian Status Gizi.** Jakarta: Penerbit Kedokteran EGC.
- Suprayitno. 2006. **Potensi Serum Albumin dari Ikan Gabus.** Kompas: Cybermedia.
- Suptijah, P. 2002. "Rumput Laut : Prospek & Tantangannya". Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. **Makalah Pengantar Falsafah Sains.**
- Tanase, A. et al. 2004. "Optimized microwave digestion method for iron and zinc determination by flame absorption spectrometry in fodder yeasts obtain from paraffin, methanol and ethanol". **Chimie** 1-2 : 117-124.
- Tanikawa. 1963. **Pengaruh Perbandingan Penambahan Tahu dan Ikan Tongkol.** Bandung: UNPAS.
- Tanoto, E. 1994. "Pembuatan Fish Nugget dari Ikan Tenggiri". **Skripsi.** Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widowati, W. 2008. **Efek Toksik Logam.** Yogyakarta: Penerbit Andi 109-110, 119-120, 125-126.
- Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG). 2004. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Winarno, F.G. 1990. **Teknologi Pengolahan Rumput Laut.** Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.