

TESIS

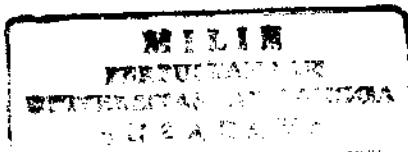
**KOMPLEMENTASI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*)  
DAN TEPUNG KECAMBAH KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata*)  
PADA TIWUL INSTAN DARI UBI KAYU YANG TERFERMENTASI (GARI)  
DITINJAU DARI KANDUNGAN  
PROTEIN, LEMAK, YODIUM, BESI DAN SERATNYA**

(Penelitian Eksperimental Laboratoris)

TKM 08/09  
Hoo  
K



ANNA NOORDIA



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2004**

TESIS

**KOMPLEMENTASI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*)  
DAN TEPUNG KECAMBAH KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata*)  
PADA TIWUL INSTAN DARI UBI KAYU YANG TERFERMENTASI (GARI)  
DITINJAU DARI KANDUNGAN  
PROTEIN, LEMAK, YODIUM, BESI DAN SERATNYA**

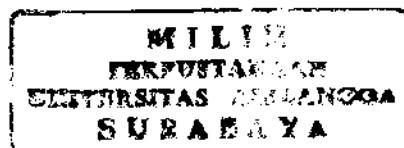
TKM 08/05

100

4



ANNA NOORDIA  
NIM 090214730 M



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

**KOMPLEMENTASI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*)  
DAN TEPUNG KECAMBAH KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata*)  
PADA TIWUL INSTAN DARI UBI KAYU YANG TERFERMENTASI (GARI)  
DITINJAU DARI KANDUNGAN  
PROTEIN, LEMAK, YODIUM, BESI DAN SERATNYA**

**TESIS**

Untuk memperoleh Gelar Magister  
dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat  
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga



Oleh:

**ANNA NOORDIA**  
NIM 090214730 M



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**  
Tanggal 31 Agustus 2004

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TESIS INI TELAH DISETUJUI**  
**TANGGAL 31 AGUSTUS 2004**

Oleh:

Pembimbing Ketua

Prof. dr. Bambang Wirjatmadi, MS, MCN, Ph.D.  
NIP. 130 610 098

Pembimbing

Dr. Hario Puntodewo Siswanto, drh., MAppSc.  
NIP. 130 687 292

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya  
Prof. Dr. dr. H.R. Soedibjo HP., DTM  
NIP. 130 359 279

Telah diuji pada  
Tanggal 31 Agustus 2004  
PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Dr. Hari Basuki N, dr., M.Kes.  
Anggota : 1. Prof. Bambang Wirjatmadi, dr., MS., MCN., PhD.  
              2. Dr. Hario Puntodewo S., drh., M.App.Sc.  
              3. Benny Soegianto, dr. MPH  
              4. Merryana Adriani, SKM, M.Kes.



## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Puji syukur ke hadirat Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rakhmat dan karuniaNya. Atas anugerahNya penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu persyaratan akademik dalam rangka menyelesaikan pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada:

1. Prof. Bambang Wirjatmadi, dr., MS., MCN., PhD., selaku pembimbing ketua yang dengan penuh kesabaran dan perhatian memberikan arahan, dorongan, bimbingan dan saran mulai dari awal hingga akhir penyusunan tesis ini.
2. Dr. Hario Puntodewo S., drh., M.App.Sc., selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan pengertian memberikan bimbingan, arahan, saran dan semangat untuk maju sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Dr. dr. Hari Basuki N, M.Kes., dr. Benny Soegianto, MPH., dan Merryana Adriani, SKM, M.Kes., selaku penguji yang telah memberikan arahan, saran, bimbingan dan waktunya sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Prof. Dr. Med. H. Puruhito, dr., Sp.BTKV selaku Rektor Universitas Airlangga atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Magister.
5. Prof. Dr. H.R.Soodibjo. H.P., dr., DTM., selaku ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan kelancaran pendidikan pada Program Magister Universitas Airlangga
6. Direktur Politeknik bidang Kesehatan, Ketua Jurusan Gizi Politeknik bidang Kesehatan Depkes RI Malang beserta seluruh staf, yang telah memberikan ijin untuk menggunakan Laboratorium Teknologi Pangan guna menyelesaikan tesis ini.
7. Seluruh staf pengajar pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga, khususnya peminatan Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan bekal ilmu dan bimbingannya.
8. Seluruh staf dan karyawan Program Pascasarjana Universitas Airlangga atas segala bantuan dan kerjasamanya.

9. Semua teman-teman angkatan 2002/2003 Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat khususnya peminatan Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat yang selalu baik dan kompak.
10. Sahabat-sahabat baik saya: mbak Anjar, mas Ratno, Wulan, Murtini, Tina, Rifa, Anita, Ira, Yanti, Lia, Luky, Eko, Dadek, Roni, Anang, Sius, mbak Mei, Yuli, serta Vera, atas dukungan, doa dan semangat yang diberikan.
11. Yang terkasih Bapak dan Ibu: "Yonohudiyono dan Pammi", yang tanpa lelah memberikan cinta dan sayang, perhatian dan begitu banyak pengorbanan serta doa dan dukungannya kepada penulis. Semoga keberhasilan penulis menjadikan wujud cinta dan tanda bhakti. Begitu juga untuk mbak Is dan mas Sony, pak Pri dan mbak Anna, mas Anton dan mbak Anik, Lusia, Wina, Citra, Widya dan si kecil Bella yang telah memberikan begitu banyak dukungan dan keceriaan. Semoga Tuhan senantiasa memberikan rahmat dan karuniaNya dalam setiap langkah kehidupan ini.



## RINGKASAN

**Komplementasi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*)  
dan Tepung Kecambah Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*)  
pada Tiwul Instant dari Ubi Kayu Terfermentasi (Gari) Ditinjau dari  
Protein, Lemak, Yodium, Besi dan Seratnya**

Anna Noordia

*Tiwul* adalah makanan traditional berbahan baku ubi kayu. Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) adalah sumber bahan pangan yang potensial. Ubi kayu merupakan umbi akar penghasil energi yang tinggi, terutama terdiri dari pati tetapi rendah protein. Ubi kayu juga memproduksi glukosida sianogenik (linamarin), yang secara enzimatis dirusak selama perusakan sel menghasilkan sianida. Racun glukosida sianogenik harus dikurangi sampai sekecil-kecilnya karena apabila dikonsumsi dapat menyebabkan tubuh manusia kekurangan yodium dan protein. Fermentasi adalah salah satu metode untuk mendetoksifikasi ubi kayu yang dapat meningkatkan nutrisi dan mutu organoleptik dari produk (gari).

Fermentasi ini terbagi dua tahap. Tahap awal, pati dalam umbi dihidrolisa oleh *Corynebacterium* menghasilkan gula. Gula kemudian dimetabolisisasi menjadi asam organik yang akan menghidrolisa glukosida sianogenik dalam ubi kayu dan melepaskan HCN. Pada saat kondisi cukup asam, tahap kedua karakterisasi oleh *Geotrichum candidum* dimulai. Jamur memproduksi aldehid dan ester dari gula yang memberikan rasa yang khas pada gari.

*Eucheuma cottonii* mengandung yodium dan serat yang tinggi, sedangkan tepung kecambah kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) mengandung protein yang tinggi. Komplementasi *Eucheuma cottonii* dan tepung kecambah kacang tunggak akan meningkatkan nilai nutrisi produk tiwul.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mempelajari nilai nutrisi, mutu organoleptik seperti warna, aroma, rasa dan tekstur. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mempelajari nilai nutrisi dan mutu organoleptik tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi (gari) yang dikomplementasi dengan *Eucheuma cottonii* dan tepung kecambah kacang tunggak.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental, dengan satu variabel yaitu perbandingan konsentrasi *Eucheuma cottonii* dan tepung kecambah kacang tunggak. Empat proporsi dari *Eucheuma cottonii* dan tepung kecambah kacang tunggak dan satu kontrol dengan lima kali ulangan untuk menghasilkan tiwul instant. Penilaian nutrisi dari produk ini dan bahan bakunya dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Surabaya. Penilaian mutu organoleptik menggunakan metode *Hedonic scale* pada kuesioner. Penilaian perlakuan terbaik menggunakan perhitungan pembobotan dari semua variabel nilai nutrisi dan evaluasi mutu organoleptik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tiwul yang dikomplementasi dengan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, perlakuan 1 (T1) adalah perlakuan terbaik dengan rata-rata nilai gizi adalah 5,296 g protein, 0,4284 g lemak, 1,6378 g serat kasar, 1,4854 mg besi, 0,02604 mg yodium dan kadar air 6,496 g per 100 g. Pada mutu organoleptik perlakuan 4 (T4) adalah perlakuan terbaik. Berdasarkan analisis perlakuan 4 (T4) merupakan perlakuan terbaik.

## SUMMARY

**Complementation of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* Germ Flour  
at Instant *Tiwul* from Fermented Cassava (Gari)  
Evaluated from Protein, Fat, Iodine, Iron and Fiber**

Anna Noordia

*Tiwul* is a traditional cassava-based food. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) represented the potential source food consumed. Cassava is a high-energy producing tuber crop, consisting mainly of starch but low protein. Cassava also produced cyanogenic glycosides (linamarin) which enzymatically broken down to produce cyanide during cell disruption. The toxic cyanogenic glycosides had to reduced because can caused iodine and protein deficiency to human body when consumed it. Fermentation is one method for detoxification of cassava which can improvement of nutritional and organoleptic quality of the products (gari).

Fermentation takes place in two phases. Initially the starch in the roots is hydrolysed by *Corynebacterium* to give sugars. These are metabolised to organic acids which hydrolyse the cyanogenic glycosides in the cassava and releases HCN. When sufficient acid has been formed the second phase, characterised by *Geotrichum candida* growth, begins. From the sugars the mould produced the aldehydes and esters that give gari its typical flavour.

*Eucheuma cottonii* has a high iodine and rough fiber, whereas *Vigna unguiculata* germ flour has a high protein content. Complementation of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* germ flour will improve the nutrient value in *tiwul* product.

The particular target of the research was to study the nutrient value, sensory evaluation quality, such as color, aroma, taste and texture, from instant *tiwul*. The general target of this research was to study the nutrient value and the sensory evaluation quality of instant *tiwul* from fermented cassava (gari) complemented with *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* germ flour.

This research was an experimental study with one variable of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* Germ Flour proportion. Five proportion of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* Germ Flour as a group treatment in five times restating was to produce instant *tiwul*. The nutrient value of this product and the substances assessed in Laboratory of Health Surabaya. The sensory evaluation qualities were using the method of Hedonic scale in the questionnaire. The best treatment assessments were using the weight calculation from all variable of nutrient value and the sensory evaluation quality.

Result of research on instant *tiwul* which complementation with *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* Germ Flour showed that the best nutrient value was treatment 1 (T1) with the average of nutrition are 5,296 g of protein, 0,4284 g of fats, 1,6378 g of rough fiber, 1,4854 mg of iron, 0,02604 mg of iodine and 6,496 g water content of instant *tiwul* per 100 g. The best sensory evaluation qualities was treatment 4 (T4). Based on the analysis, treatment 4 (T4) represented the best treatment.

## ABSTRACT

### **Complementation of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* Germ Flour at Instant *Tiwul* from Fermented Cassava (Gari) Evaluated from Protein, Fat, Iodine, Iron and Fiber**

Anna Noordia

This research was aimed to study the nutrient value and sensory evaluation quality of *tiwul* from fermented cassava (gari) which complemented with *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* germ flour. This research was an experimental study with one variable of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* germ flour proportion. Five treatments were different on proportion of *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* germ flour with five replications.

The dry *Eucheuma cottonii* and *Vigna unguiculata* obtained from Pasar Besar, traditional market in Malang city, and the cassava obtained from Pasar Mangga Dua, traditional market in Surabaya city. Cassava fermented spontaneously for 36 ours before processed into flour to reduced more HCN which can caused iodine and protein deficiency to human body. The germination of *Vigna unguiculata* needed to reduce anti nutrients substances such as phytic acid, trypsin inhibitors, flatus-producing oligosaccharides and tannins which can diminish the availability of certain nutrients. The substances combined as according to proportion of each treatment to be processed to become *tiwul*.

The nutrient value of this product and the substances assessed in Laboratory of Health Surabaya. The sensory evaluation qualities were using the method of Hedonic scale in the questionnaire. The best treatment assessments were using the weight calculation from all variable of nutrient value and the sensory evaluation quality.

Result of this study showed that the treatment 4 (T4) represented the best treatment with the nutrient value protein 4,062 g, 0,375 g of fats, 1,610 g of rough fiber, 1,166 mg of iron, 74,06 µg of iodine and 6,860 g water content of instant *tiwul* per 100 g, and also it making charges Rp 455,00 per 85 g of instant *tiwul*.

**Keyword:** *tiwul*, cassava, *Eucheuma cottonii*, *Vigna unguiculata*, fermentation, germination, iodine.

**DAFTAR ISI**

	Halaman
Sampul Depan.....	i
Sampul Dalam.....	ii
Prasyarat Gelar.....	iii
Persetujuan.....	iv
Penetapan Panitia.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Ringkasan.....	viii
Summary.....	ix
Abstract.....	x
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.4.1 Tujuan Umum.....	7
1.4.2 Tujuan Khusus.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Ubi Kayu.....	9
2.1.1 Taksonomi dan Morfologi Ubi Kayu.....	9
2.1.2 Potensi dan Prospek Ubi Kayu.....	10
2.1.3 Asam Sianida (HCN) Ubi Kayu.....	13
2.1.4 Ubi Kayu Terfermentasi (Gari).....	15
2.2 <i>Tiwul</i> .....	16
2.2.1 Pembuatan <i>Tiwul</i> Instan.....	17
2.3 Pangan Fungsional.....	18

2.4 Rumput Laut.....	22
2.4.1 Tinjauan Umum Rumput Laut.....	22
2.4.2 Kandungan dan Manfaat Rumput Laut.....	22
2.4.3 <i>Eucheuma cottonii</i> .....	25
2.5 Kacang Tunggak ( <i>Vigna unguiculata</i> ).....	28
2.5.1 Taksonomi dan Morfologi Kacang Tunggak.....	28
2.5.2 Potensi dan Prospek Kacang Tunggak.....	29
2.5.3 Kecambah Kacang-kacangan.....	31
2.6 Protein.....	34
2.6.1 Kebutuhan Protein.....	35
2.7 Zat Besi.....	36
2.7.1 Kebutuhan Zat Besi.....	36
2.7.2 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Zat Besi.....	37
2.8 Yodium.....	37
2.8.1 Kebutuhan Yodium.....	38
2.8.2 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Yodium.....	39
2.9 Serat.....	41
2.9.1 Kebutuhan Serat.....	41
2.9.2 Manfaat Serat.....	42
2.9.3 Kerugian Serat.....	43
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....</b>	<b>44</b>
3.1 Kerangka Konseptual Penelitian.....	44
3.2 Hipotesis Penelitian.....	44
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>46</b>
4.1 Rancangan Penelitian.....	46
4.2 Variabel Penelitian.....	47
4.2.1 Klasifikasi Variabel.....	47
4.2.2 Definisi Operasional Variabel.....	47
4.3 Bahan Penelitian.....	48
4.4 Instrumen Penelitian.....	48
4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	49
4.5.1 Pembuatan Produk ( <i>Tiwul Instant</i> ).....	49
4.5.2 Penelitian Laboratorium.....	49
4.5.3 Uji Organoleptik.....	50
4.6 Prosedur Pengambilan Data.....	50
4.6.1 Prosedur Pembuatan Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (Gari).....	50
4.6.2 Prosedur Pembuatan Tepung Kecambah Kacang Tunggak.....	50
4.6.3 Prosedur Pembuatan Bubur Rumput Laut.....	51

4.6.4 Prosedur Pembuatan <i>Tiwul</i> Instan.....	51
4.6.5 Prosedur Analisis Kadar HCN.....	56
4.6.6 Prosedur Analisis Kadar Protein.....	56
4.6.7 Prosedur Analisis Kadar Lemak.....	56
4.6.8 Prosedur Analisis Kadar Yodium.....	57
4.6.9 Prosedur Analisis Kadar Besi.....	57
4.6.10 Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar.....	58
4.6.11 Prosedur Analisis Kadar Air.....	59
4.6.12 Prosedur Uji Organoleptik.....	59
 4.7 Analisis Data.....	60
4.7.1 Analisis Data Rasio.....	60
4.7.2 Analisis Data Skala Ordinal.....	60
4.7.3 Analisis Perlakuan Terbaik.....	60
 <b>BAB 5 HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>61</b>
5.1 Analisis Bahan Baku.....	61
5.1.1 Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (GARI).....	62
5.1.2 Nilai Gizi Tepung Kecambah Kacang Tunggak.....	62
5.1.3 Nilai Gizi Rumput Laut.....	62
 5.2 Analisis Tiwul Instan.....	63
5.2.1 Analisis Kandungan Protein Tiwul Instan.....	63
5.2.2 Analisis Kandungan Lemak Tiwul Instan.....	64
5.2.3 Analisis Kandungan Serat Kasar Tiwul Instan .....	65
5.2.4 Analisis Kandungan Zat Besi Tiwul Instan .....	66
5.2.5 Analisis Kandungan Yodium Tiwul Instan .....	67
5.2.6 Analisis Kadar Air Tiwul Instan .....	69
 5.3 Mutu Organoleptik Tiwul Instan.....	70
5.3.1 Warna.....	70
5.3.2 Aroma.....	71
5.3.3 Rasa.....	72
5.3.4 Tekstur.....	73
 5.4 Analisis Perlakuan Terbaik.....	74
 5.5 Nilai Gizi Tiwul Instan Perlakuan Terbaik.....	74
 5.6 Hasil Analisis Data.....	76
5.6.1 Kandungan Protein .....	76
5.6.2 Kandungan Lemak .....	77
5.6.3 Kandungan Serat Kasar .....	78
5.6.4 Kandungan Zat Besi .....	79
5.6.5 Kandungan Yodium .....	80
5.6.6 Kadar Air .....	81
5.6.7 Organoleptik Warna.....	82
5.6.8 Organoleptik Aroma.....	83

5.6.9 Organoleptik Rasa.....	83
5.6.10 Organoleptik Tekstur/Kekenyalan.....	84
5.7 Nilai Ekonomi Tiwul Instan.....	85
<b>BAB 6 PEMBAHASAN.....</b>	<b>87</b>
6.1 Tepung Ubi Kayu Terfermentasi.....	87
6.1.1 Kandungan HCN Tepung Ubi Kayu Terfermentasi.....	87
6.1.2 Kandungan Protein.....	88
6.2 Tepung Kecambah Kacang Tunggak.....	89
6.3 Kandungan Gizi Tiwul Instan.....	90
6.3.1 Kandungan Protein.....	90
6.3.2 Kandungan Lemak.....	91
6.3.3 Kandungan Serat Kasar.....	92
6.3.4 Kandungan Besi.....	93
6.3.5 Kandungan Yodium.....	94
6.4 Kadar Air Tiwul Instan.....	95
6.5 Organoleptik Tiwul Instan.....	95
6.5.1 Warna.....	96
6.5.2 Aroma.....	98
6.5.3 Rasa.....	99
6.5.4 Tekstur.....	101
6.6 Analisis Perlakuan Terbaik.....	102
6.7 Perbandingan Nilai Gizi Tiwul Instan dengan Kecukupan Gizi yang Dianjurkan.....	103
6.8 Nilai Ekonomi Tiwul Instan.....	103
6.9 Penyajian Tiwul Instan.....	104
<b>BAB 7 PENUTUP.....</b>	<b>106</b>
7.1 Kesimpulan .....	106
7.2 Saran.....	106

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Luas Lahan Kritis Pada Awal Tahun 1999/2000 (Ha).....	1
Tabel 2.1 Kandungan Gizi Dalam Tiap 100 Gram Ubi Kayu Dan Berbagai Produk Olahan.....	12
Tabel 2.2 Kadar HCN Pada Beberapa Jenis Atau Varietas Ubi Kayu.....	14
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Gari Per 100 Gram Bahan.....	16
Tabel 2.4 Kandungan Pigmen Utama Alga.....	23
Tabel 2.5 Senyawa Kimia Yang Terdapat Dalam Rumput Laut di Indonesia (dalam % Berat Kering).....	23
Tabel 2.6 Kandungan Unsur-Unsur Mikro Pada Rumput Laut.....	25
Tabel 2.7 Kandungan Zat Gizi Rumput Laut Jenis <i>Eucheuma cottonii</i> .....	26
Tabel 2.8 Kandungan Gizi Tiap 100 Gram Biji Kacang Tunggak.....	31
Tabel 5.1 Nilai Gizi Tepung Ubi Kayu Terfermentasi.....	61
Tabel 5.2 Nilai Gizi Tepung Kecambah Kacang Tunggak.....	62
Tabel 5.3 Nilai Gizi Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> .....	62
Tabel 5.4 Rata-rata Kandungan Protein Tiwul Instan pada Berbagai Perlakuan....	63
Tabel 5.5 Rata-rata Kandungan Lemak Tiwul Instan pada Berbagai Perlakuan....	64
Tabel 5.6 Rata-rata Kandungan Serat Kasar Tiwul Instan pada Berbagai Perlakuan.....	65
Tabel 5.7 Rata-rata Kandungan Zat Besi Tiwul Instan pada Berbagai Perlakuan...	67
Tabel 5.8 Rata-rata Kandungan Yodium Tiwul Instan pada Berbagai Perlakuan...	68
Tabel 5.9 Rata-rata Kadar Air Tiwul Instan pada Berbagai Perlakuan.....	69
Tabel 5.10 Nilai Uji Organoleptik Warna Tiwul Instan.....	70
Tabel 5.11 Nilai Uji Organoleptik Aroma Tiwul Instan.....	71
Tabel 5.12 Nilai Uji Organoleptik Rasa Tiwul Instan.....	72
Tabel 5.13 Nilai Uji Organoleptik Tekstur Tiwul Instan.....	73
Tabel 5.14 Jumlah Nilai Total Analisis Perlakuan Terbaik Tiwul Instan.....	74
Tabel 5.15 Nilai Gizi dan Kadar Air Tiwul Instan Perlakuan Terbaik (T1).....	75

Tabel 5.16 Perbandingan Nilai Gizi Tiwul Instan dengan Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan (AKG) (per orang per hari).....	75
Tabel 5.17 Analisis Anova Kandungan Protein Tiwul Instan.....	76
Tabel 5.18 Perbedaan Nilai <i>Mean</i> Protein Antar Perlakuan.....	77
Tabel 5.19 Analisis Anova Kandungan Lemak Tiwul Instan.....	77
Tabel 5.20 Perbedaan Nilai <i>Mean</i> Lemak Antar Perlakuan.....	78
Tabel 5.21 Analisis Anova Kandungan Serat Kasar Tiwul Instan.....	78
Tabel 5.22 Perbedaan Nilai <i>Mean</i> Serat Kasar Antar Perlakuan.....	79
Tabel 5.23 Analisis Anova Kandungan Zat Besi Tiwul Instan.....	79
Tabel 5.24 Perbedaan Nilai <i>Mean</i> Besi Antar Perlakuan.....	80
Tabel 5.25 Analisis Anova Kandungan Yodium Tiwul Instan.....	80
Tabel 5.26 Perbedaan Nilai <i>Mean</i> Yodium Antar Perlakuan.....	81
Tabel 5.27 Analisis Anova Kadar Air Tiwul Instan.....	82
Tabel 5.28 Perbedaan Nilai <i>Mean</i> Kadar Air Antar Perlakuan.....	82
Tabel 5.29 Wilcoxon Signed Ranks Test Warna Tiwul.....	83
Tabel 5.30 Wilcoxon Signed Ranks Test Aroma Tiwul.....	83
Tabel 5.31 Wilcoxon Signed Ranks Test Rasa Tiwul.....	84
Tabel 5.32 Wilcoxon Signed Ranks Test Tekstur / Kekenyalan Tiwul .....	84
Tabel 5.33 Perkiraan Analisis Ekonomi Usaha Pembuatan <i>Tiwul Instan</i>	
Komplementasi Rumput Laut dan Tepung Kecambah	
Kacang Tunggak Perlakuan Terbaik.....	85

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Tanaman Ubi Kayu.....	10
Gambar 2.2 Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> .....	25
Gambar 2.3 Pembentukan Gel Dari Kappa Dan Iota Karaginan .....	27
Gambar 2.4 Tanaman Kacang Tunggak.....	29
Gambar 3.1 Bagan Kerangka Konseptual Penelitian.....	45
Gambar 4.1 Diagram Alir Pembuatan Tepung ubi Kayu Terfermentasi (GARI)....	52
Gambar 4.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Kecambah Kacang Tunggak.....	53
Gambar 4.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Bubur Rumput Laut.....	54
Gambar 4.4 Kerangka Operasional Penelitian.....	55
Gambar 5.1 Grafik Rata-rata Protein Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan.....	64
Gambar 5.2 Grafik Rata-rata Lemak Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan.....	65
Gambar 5.3 Grafik Rata-rata Serat Kasar Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan.....	66
Gambar 5.4 Grafik Rata-rata Zat Besi Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan.....	67
Gambar 5.5 Grafik Rata-rata Yodium Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan.....	68
Gambar 5.6 Grafik Rata-rata Kadar Air Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan.....	69
Gambar 5.7 Grafik <i>Mean Rank</i> Nilai Warna Tiwul Pada Setiap Perlakuan.....	70
Gambar 5.8 Grafik <i>Mean Rank</i> Nilai Aroma Tiwul Pada Setiap Perlakuan.....	71
Gambar 5.9 Grafik <i>Mean Rank</i> Nilai Rasa Tiwul Pada Setiap Perlakuan.....	72
Gambar 5.10 Grafik <i>Mean Rank</i> Nilai Tekstur Tiwul Pada Setiap Perlakuan.....	73
Gambar 5.11 Grafik Nilai Total Perlakuan Terbaik Dari Tiwul Pada Setiap Perlakuan.....	74

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1.** Surat Ijin Melaksanakan Penelitian
- Lampiran 2.** Surat Pelaksanaan Penelitian
- Lampiran 3.** Kuesioner Penilaian Mutu Organoleptik
- Lampiran 4.** Gambar Teknis Uji Mutu Organoleptik
- Lampiran 5.** Hasil Analisa Kimia Balikabi Malang
- Lampiran 6.** Hasil Pemeriksaan Kimia Balai Laboratorium Kesehatan Surabaya
- Lampiran 7.** Analisis *Oneway Anova* dan LSD pada Kadar Protein Tiwul Instan
- Lampiran 8.** Analisis *Oneway Anova* dan LSD pada Kadar Lemak Tiwul Instan
- Lampiran 9.** Analisis *Oneway Anova* dan LSD pada Kadar Serat Kasar Tiwul Instan
- Lampiran 10.** Analisis *Oneway Anova* dan LSD pada Kadar Zat Besi Tiwul Instan
- Lampiran 11.** Analisis *Oneway Anova* dan LSD pada Kadar Yodium Tiwul Instan
- Lampiran 12.** Data Uji Mutu Organoleptik Warna Tiwul
- Lampiran 13.** Analisis Statistik Nilai Organoleptik Warna Tiwul
- Lampiran 12.** Data Uji Mutu Organoleptik Aroma Tiwul
- Lampiran 13.** Analisis Statistik Nilai Organoleptik Aroma Tiwul
- Lampiran 12.** Data Uji Mutu Organoleptik Rasa Tiwul
- Lampiran 13.** Analisis Statistik Nilai Organoleptik Rasa Tiwul
- Lampiran 12.** Data Uji Mutu Organoleptik Tekstur Tiwul
- Lampiran 13.** Analisis Statistik Nilai Organoleptik Tekstur Tiwul
- Lampiran 14.** Analisis Penentuan Perlakuan Terbaik
- Lampiran 15.** Foto-foto Penelitian
- Lampiran 16.** Gambar Proses Pembuatan Gari dari Cassava Secara Manual

**• DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH**

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>
AOAC	: <i>Association of Official Analytical Chemist</i>
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
BPOM	: Badan Penelitian Obat dan Makanan
CO <sub>2</sub>	: Carbon dioksida
FAO	: <i>Food and Agriculture Organization</i>
Fe	: Ferrum
g	: gram
HCl	: Hidrogen Chlorida
HCN	: Hidrogen Cyanida
H <sub>2</sub> S	: Hidrogen Sulfida
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	: Hidrogen Sulfat
KHSO <sub>4</sub>	: Kalium Hidroksi Sulfat
KI	: Kalium Iodida
KMnO <sub>4</sub>	: Kalium Permanganat
LSD	: <i>Least Significant Different</i>
mg	: mili gram
ml	: mili liter
N	: Normalitas
NaOH	: Natrium Hidroksida
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Natrium Sulfit
PAU	: Pusat Antar Universitas
Poltekkes	: Politeknik Kesehatan
ppm	: <i>part per million</i>
RI	: Republik Indonesia
UGM	: Universitas Gadjah Mada
WHO	: <i>World Health Organization</i>
α	: alpha
β	: beta
°C	: derajat celcius
µg	: mikro gram
%	: persen

## BAB 1

### PENDAHULUAN

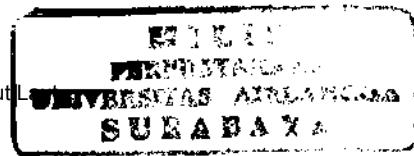
#### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Tiwul* mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai pangan harapan karena selain sudah dikenal oleh masyarakat luas, usaha tani ubi kayu bahan baku *tiwul* lebih kompetitif dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya yang diusahakan di lahan kering (Hafsah, 2003). Jumlah lahan kritis di Indonesia jutaan hektar (Ha), terutama propinsi luar Jawa (lihat Tabel 1.1).

**Tabel 1.1 Luas Lahan Kritis Pada Awal Tahun 1999/2000 (Ha)**

Propinsi	Jumlah
Nangroe Aceh D.	351.015
Sumatera Utara	469.143
Sumatera Barat	131.155
Riau	334.868
Jambi	716.147
Sumatera Selatan	3.461.840
Bengkulu	578.543
Lampung	299.157
<b>Sumatera</b>	<b>6.341.868</b>
Jawa Barat	368.794
Jawa Tengah	360.827
D.I. Yogyakarta	34.667
Jawa Timur	1.302.379
<b>Jawa</b>	<b>2.066.667</b>
Bali	33.425
Nusa Tenggara Barat	278.698
Nusa Tenggara Timur	1.356.757
<b>Bali &amp; Nusa Tenggara</b>	<b>1.668.880</b>
Kalimantan Barat	3.065.728
Kalimantan Tengah	1.758.833
Kalimantan Selatan	575.383
Kalimantan Timur	1.778.782
<b>Kalimantan</b>	<b>7.178.726</b>
Sulawesi Utara	235.092
Sulawesi Tengah	413.221
Sulawesi Selatan	1.032.802
Sulawesi Tenggara	241.811
<b>Sulawesi</b>	<b>1.922.926</b>
Maluku	694.911
Papua	3.368.903
<b>Maluku &amp; Papua</b>	<b>4.063.814</b>
<b>Indonesia</b>	<b>23.242.881</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik (2002)



*Tiwul* umumnya lebih banyak dipasarkan pada segmen pasar menengah ke bawah. Stigma kumuh pada *tiwul* menimbulkan keraguan terhadap kebersihan dan keamanannya untuk dikonsumsi. Adanya persepsi demikian menyebabkan masyarakat terutama menengah ke atas “enggan” untuk mengkonsumsinya.

Makanan tradisional *tiwul* perlu mendapatkan perhatian untuk meningkatkan citranya. Peningkatan kualitas *tiwul* diarahkan pada peningkatan cita rasa, kenampakan, keawetan, kemudahan penyajian, keamanan, nilai gizi dan fungsinya bagi kesehatan karena seperti yang telah dikemukakan oleh Astawan (2003), bahan pangan yang kini mulai banyak diminati konsumen terutama kalangan menengah ke atas bukan saja yang mempunyai komposisi gizi yang baik serta memiliki penampakan dan cita rasa yang menarik (karena bagaimanapun tingginya kandungan gizi suatu bahan pangan akan ditolak oleh konsumen bila penampakan dan cita rasanya tidak menarik dan memenuhi selera konsumennya), tetapi juga harus memiliki fungsi fisiologis tertentu bagi tubuh.

Usaha menjadikan *tiwul* sebagai pangan modern, bergizi dan memiliki fungsi fisiologis tertentu dapat dilakukan dengan cara menjadikannya produk instant untuk memudahkan penyajiannya dan menambahkan bahan pangan lain yang dapat meningkatkan nilai gizinya serta mempunyai efek fisiologis tertentu yang menarik perhatian untuk dikonsumsi.

Komponen aktif yang memberikan efek fisilogis atau menimbulkan adanya sifat fungsional tertentu telah mendapat perhatian yang cukup besar saat ini. Komponen aktif yang termasuk dalam golongan zat gizi salah satu diantaranya adalah yodium dan komponen aktif non zat gizi beberapa diantaranya yaitu serat makanan, grup senyawa *flavonoid*, hidrokoloid (Muchtadi 1996; Wijaya 1996).

Yodium merupakan *mikronutrien* yang sangat penting bagi pertumbuhan, perkembangan fisik dan mental. Penyakit gondok merupakan salah satu akibat dari kekurangan yodium. Akibat yang paling serius dari kekurangan yodium ini adalah berkurangnya tingkat kecerdasan, dan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup, dan kualitas sumber daya manusia. (Depkes, 1997).

Suhardjo (1992) mengemukakan, rumput laut merupakan sumber yodium yang tidak ada bandingannya dengan sumber pangan hayati lainnya. Rumput laut tumbuh subur hampir di seluruh perairan pantai Indonesia (Rachmayanti, 1992).

Perubahan gaya hidup terutama penduduk perkotaan yang merujuk pada pola makan tinggi kalori, tinggi lemak dan kolesterol merupakan perilaku yang menjurus pada berjangkitnya berbagai penyakit khususnya penyakit degeneratif (Jalal dkk. dalam Ananta, 1993). Saat ini masyarakat khususnya di kota-kota besar mulai mengetahui pentingnya serat bagi kesehatan. Asupan serat yang terlambat rendah dalam waktu yang lama akan mempengaruhi kesehatan, menyebabkan kegemukan, dan penyakit *degeneratif* (Anonymous, 2001).

Menurut Soenardi (2001), rumput laut (*seaweed*) merupakan makanan alami yang menonjol kandungan seratnya. Kandungan serat rumput laut dapat bermanfaat bagi kesehatan seperti mencegah kanker, menurunkan kadar kolesterol, dan melangsingkan tubuh (Kadi, 1989).

Rumput laut sebagai bahan pangan yang baik untuk kesehatan saat ini sudah dikenal masyarakat secara luas, namun pengkonsumsian secara langsung kurang mendapat respon karena baunya yang kurang enak (*amis*) dan kemampuannya membentuk gel saat berada dalam air. Konsumsi terbanyak saat ini adalah dalam bentuk

jadi seperti agar-agar dan jelly. Pencampuran rumput laut dengan bahan pangan lain untuk dijadikan produk baru diharapkan dapat meningkatkan pengkonsumsinya.

*Fitoestrogen* merupakan grup senyawa *flavonoid* yang mempunyai kemampuan untuk berperan seperti halnya hormon estrogen pada perempuan yang masih subur. *Fitoestrogen* dapat menghambat terjadinya *menopause*, membuat jantung lebih sehat, dan menurunkan risiko kanker (Khomsan, 2003).

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) selain sumber protein yang cukup tinggi (sekitar 18%-35%), menurut hasil penelitian Perhimpunan Menopause Indonesia (PERMI) Malang (Jawa Timur) dalam Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) POGI XIII dinyatakan memiliki kandungan *fisoestrogen* yang sangat bermakna (Achadiat, 2003).

Kacang tunggak belum dijadikan komoditas komersial oleh petani. Masalah utama yang dihadapi dalam pengembangan usaha tani kacang tunggak diantaranya adalah kurangnya informasi tentang kacang tunggak dan belum berkembangnya industri yang mengutamakan bahan baku kacang tunggak.

Kelebihan kacang tunggak dibanding tanaman kacang-kacangan yang lain adalah dapat tumbuh di lahan yang kesuburnya rendah dan di lahan masam. Kacang tunggak dapat ditanam secara monokultur atau ditumpangsarikan dengan ubi kayu atau tanaman yang lain, pertumbuhannya cepat dan umur panennya pendek (Trustinah dan Kasno, 1990).

Melihat peluang di atas, maka rumput laut dan kacang tunggak berpotensi dan dapat dijadikan alternatif untuk ditambahkan ke dalam *tiwul*. Peningkatan penerimaan masyarakat terhadap *tiwul* akan meningkatkan daya jual *tiwul* dan produksi ubi kayu. Peningkatan penggunaan rumput laut dan kacang tunggak diharapkan dapat

meningkatkan produksi dan budidayanya. Hal tersebut diharapkan dapat memperluas kesempatan kerja, meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani lahan kritis serta nelayan/petani ikan.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Ubi kayu sebagai bahan baku *tiwu* selain nilai gizinya rendah terutama protein juga mengandung HCN yang pada konsentrasi tertentu dapat bersifat racun yang berbahaya bagi tubuh. Menurut Hernawan (2003), *tiwu* yang beracun umumnya terbuat dari bahan ubi kayu yang kandungan asam sianidanya terlalu tinggi.

Sianida yang ada di dalam ubi kayu jika dikonsumsi mempunyai sifat sebagai racun dalam tubuh. Untuk mendetoksifikasi (menurunkan) kekuatan racun sianida tersebut, tubuh akan menggunakan asam amino esensial yang ada di dalam tubuh. Akibatnya tubuh kekurangan asam amino esensial (Wiryoatmojo, 2003).

Kekurangan asam amino esensial, dapat menghambat pertumbuhan dan dapat menimbulkan berbagai penyakit. Asam amino esensial merupakan bahan baku pembentukan enzim, hormon, dan antioksidan.

Reaksi detoksifikasi sianida dalam tubuh akan menghasilkan *tiosianat*. Seseorang yang mengkonsumsi ketela pohon (akar/singkong dan daunnya) akan mengalami peningkatan kadar *tiosianat* dalam tubuhnya. *Tiosianat* mempunyai sifat menurunkan jumlah yodium dalam tubuh. Cara detoksifikasi yang biasa dilakukan masyarakat, yaitu melalui perendaman dan perebusan hanya dapat menghilangkan zat racun sebesar 50 persen (Purawisastra dkk, 1997).

Rukmana (1997) mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan kadar HCN ubi kayu dalam hal ini varietas mangi di tanah subur dan tanah kering. Pada tanah subur, ubi kayu

varietas mangi memiliki kadar HCN 32 mg/kg sedangkan yang tumbuh di tanah kurus kering mempunyai kandungan HCN 289 mg/kg. Apabila masyarakat di daerah lahan kering menggunakan ubi kayu ini sebagai bahan makanan pokok secara terus menerus, maka kemungkinan untuk mengalami masalah kurang gizi khususnya protein dan yodium cukup besar.

Berdasarkan hasil penelitian Purawisastra dkk. (1997), melalui cara detoksifikasi dengan fermentasi dapat menghilangkan kadar sianida ubi kayu pahit 18 persen - 100 persen, serta meningkatkan protein antara 0,5 - 2 kali.

Kacang tunggak merupakan sumber protein yang baik sehingga dapat dipakai sebagai alternatif untuk meningkatkan kandungan protein *tiwu*. Permasalahan yang dihadapi, selain senyawa-senyawa yang berguna ternyata kacang-kacangan juga mengandung antigizi. Salah satu upaya untuk menginaktifkan zat antigizi tersebut adalah melalui proses perkecambahan. Perkecambahan juga dapat meningkatkan kandungan gizi (protein dan vitamin) serta meningkatkan daya cerna dan penyerapan zat gizi oleh tubuh.

Penelitian tentang *tiwu* dari ubi kayu terfermentasi yang dikomplementasi dengan rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak ini akan dicoba dikaji nilai gizi (protein, lemak, yodium, besi), kandungan serat dan kadar airnya. Kajian aspek organoleptis juga dilakukan untuk mengetahui respon panelis terhadap rasa, aroma, warna dan tekstur *tiwu*.

### 1.3 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan nilai gizi (protein, lemak, yodium, besi), kandungan serat, kadar air dan organoleptik *tiwu* instant dari ubi kayu terfermentasi pada berbagai konsentrasi penambahan rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mempelajari nilai gizi (protein, lemak, yodium, besi), kandungan serat dan kadar air tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi yang dikomplementasi dengan rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak pada berbagai konsentrasi penambahan, serta aspek organoleptik *tiwul* untuk mengetahui daya terima pada masyarakat.

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

- (1) mempelajari perbedaan nilai gizi (protein, lemak, yodium, besi), kandungan serat dan kadar air pada tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi tanpa dan dengan penambahan rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak;
- (2) mempelajari perbedaan nilai gizi (protein, lemak, yodium, besi), kandungan serat dan kadar air tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi pada berbagai konsentrasi penambahan rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak;
- (3) mempelajari konsentrasi penambahan rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak ke dalam tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi yang ideal dipandang dari aspek organoleptik dan gizinya;

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut:

- (1) sebagai bahan informasi kepada masyarakat tentang *tiwul* sebagai alternatif pangan tradisional yang menarik, bergizi, bermanfaat dan aman sehingga meningkatkan animo masyarakat untuk mengkonsumsinya;

- (2) sebagai bahan informasi kepada masyarakat untuk pengembangan usaha pertanian pangan lahan marginal, lahan kering atau lahan kurang subur dalam usaha peningkatan pendapatan;
- (3) sebagai bahan informasi kepada masyarakat dalam usaha mengatasi masalah gizi kurang terutama KEP dan GAKY di daerah khususnya rawan pangan dan usaha mengurangi masalah gizi lebih di daerah perkotaan;
- (4) memberikan sumbangan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang pangan dan gizi.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ubi Kayu**

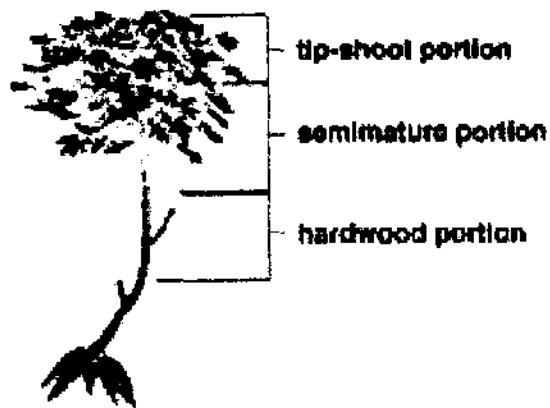
Tanaman ini masuk ke Indonesia pada tahun 1852 melalui kebun Raya Bogor, dan kemudian tersebar ke seluruh wilayah Nusantara pada saat Indonesia dilanda kekurangan pangan, yaitu sekitar tahun 1914-1918 (Suprapti, 2002).

Ubi kayu mempunyai banyak nama daerah, diantaranya adalah ketela pohon, singkong, ubi jenderal, ubi inggris, *telo puhung*, *kasape*, *bodin*, *telo* jenderal (Jawa), *sampeu*, *huwi dangdeur*, *huwi* jenderal (Sunda), *kasbek* (Ambon), dan ubi Perancis (Padang) (Rukmana, 1997).

##### **2.1.1 Taksonomi dan Morfologi Ubi Kayu**

Ubi kayu termasuk tumbuhan berbiji tertutup berkeping dua, famili *Eupobiaceae*, genus *Manihot*, spesies *Manihot esculenta* Crantz. Batang berkayu dan panjang, yang masih muda umumnya berwarna hijau dan setelah tua berubah menjadi keputih-putihan, kelabu, hijau kelabu, atau coklat kelabu. Empulur batang berwarna putih, lunak, dan strukturnya empuk seperti gabus. Daun ubi kayu mempunyai susunan berurat menjari dengan canggap 5-9 helai. Daun ubi kayu biasanya mengandung racun asam sianida atau asam biru, terutama daun yang masih muda (pucuk).

Ubi merupakan akar yang berubah bentuk dan fungsi sebagai tempat penyimpanan makanan cadangan. Bentuk ubi biasanya bulat memanjang, daging ubi mengandung zat pati, berwarna putih gelap atau kuning gelap, dan tiap tanaman dapat menghasilkan 5-10 ubi (Rukmana, 1997).



**Gambar 2.1 Tanaman ubi kayu**

Sumber: Sayre (2003)

### 2.1.2 Potensi dan Prospek Ubi Kayu

Tanaman ubi kayu dapat beradaptasi luas di daerah beriklim panas (tropis). Daerah yang paling ideal (baik) untuk mendapatkan produksi yang optimal adalah daerah dataran rendah berketinggian antara 10 m – 700 m di atas permukaan laut (Rukmana, 2002). Lahan budidaya ubi kayu tidak akan berkompetisi dengan padi karena tanaman ini dapat tumbuh di daerah di mana tanaman padi dan jagung tidak dapat tumbuh dengan baik (Raharjo, 1991).

Hafsah (2003) mengungkapkan bila dibandingkan dengan jenis tanaman pangan yang lain, ubi kayu lebih toleran terhadap tingkat kesuburan tanah yang rendah, keasaman tanah dan level aluminium (Al) yang tinggi. Serangan hama dan penyakit relatif sedikit dan mudah diatasi. Usaha tani ubi kayu dapat ditumpangsarikan atau ditumpanggilirkan dengan tanaman pangan lain sehingga dapat menambah pendapatan. Teknologi budidaya ubi kayu tidak terlalu sulit untuk dikuasai dan diterapkan oleh petani. Keberadaan ubi kayu dapat merangsang perkembangan mikorisa dalam tanah (Suhardi,

1998 dalam Khudori, 2003) yaitu jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman, yang membantu menyediakan unsur yang tidak tersedia.

Tingkat produksi ubi kayu sangat tinggi, mampu menghasilkan 30-60 ton/ha, sedangkan beras hanya 4-6 ton/ha (Suhardi, 1998 dalam Khudori, 2003). Adanya penerapan teknologi tepat dan berdaya guna pada ubi kayu akan menambah tenaga kerja 110-125 hari kerja orang (HKO) per ha per tahun. Sebuah sentra produksi ubi kayu seluas 1.088.066 ha akan memerlukan 128 juta HKO atau 16 juta tenaga kerja setahun. Penambahan ini amat bermanfaat untuk mengurangi pengangguran di pedesaan (Khudori, 2003).

Beberapa daerah di Indonesia yang menjadi sentra produksi ubi kayu adalah Jawa Timur (Sampang, Ponorogo, Pacitan, Malang, Pamekasan, Sumenep, Trenggalek, Probolinggo, Pasuruan, Ngawi, dan Tuban), Jawa Tengah (Wonogiri, Banjarnegara, Karang anyar, Boyolali, Pati, Cilacap, Sragen, Kebumen, Semarang, dan Jepara), Jawa Barat (Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Bogor, Bandung, dan Cianjur), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul), Lampung (Lampung Tengah dan Lampung Utara) dan NTT (Anonymous, 1990 dalam Djaafar dan Rahayu, 2003).

Menurut para ahli ICTA (*International Center for Tropical Agriculture*), ubi kayu dijadikan sebagai bahan konsumsi utama sekitar 500 juta penduduk di negara berkembang (Riskomar, 1992). Sedangkan United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) menyatakan bahwa ubi kayu menduduki peringkat ke empat dari hasil panen pada negara berkembang setelah padi, jagung dan gandum.

Pola konsumsi ubi kayu di beberapa negara amat bervariasi, tergantung masing-masing daerah atau negara. Ubi kayu merupakan makanan pokok nomor tiga setelah padi

dan jagung di Indonesia. Sebesar 55% dari total produksi ubi kayu nasional Indonesia dikonsumsi sebagai bahan pangan dalam berbagai bentuk produk.

Menurut Hafsa (2003), ubi kayu sudah dikenal dan dibudidayakan oleh sebagian besar masyarakat pedesaan maupun pinggiran perkotaan di seluruh wilayah Indonesia. Ubi kayu bagi petani seringkali dijadikan lumbung pangan yang disimpan di bawah tanah. Apabila terjadi kegagalan pada komoditas padi dan jagung akibat kemarau panjang atau musim paceklik maka peranan ubi kayu sangat membantu di dalam mengatasi kondisi tersebut. Bagi daerah yang selalu mengalami rawan pangan serta daya beli yang rendah dan pada saat masa paceklik, ubi kayu dijadikan sebagai bahan pangan pokok sehari-hari karena kaya akan karbohidrat sebagai sumber energi.

Ubi kayu mengandung asam amino sistein dan metionin yang sedikit (Suliantari, 1990). Kandungan gizi ubi kayu dan produk olahannya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

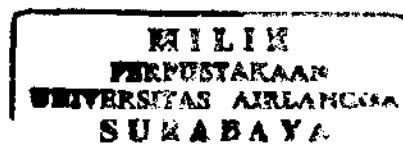
**Tabel 2.1. Kandungan Gizi Dalam Tiap 100 Gram Ubi Kayu Dan Berbagai Produk Olahan**

<b>Kandungan Gizi</b>	<b>Banyaknya dalam:</b>					
	<b>Ubi kayu biasa</b>	<b>Ubi kayu kuning</b>	<b>Gaplek</b>	<b>Tapioka</b>	<b>Tepung Gaplek</b>	<b>Tepung ubi kayu<sup>a</sup></b>
Kalori (kal)	146,00	157,00	338,00	362,00	363,00	-
Protein (g)	1,20	0,80	1,50	0,50	1,10	0,79
Lemak (g)	0,30	0,30	0,70	0,30	0,50	0,69
Karbohidrat (g)	34,70	37,90	81,30	86,90	88,20	85,9
Kalsium (mg)	33,00	33,00	80,00	0	84,00	-
Fosfor (mg)	40,00	40,00	60,00	0	125,00	-
Zat besi (mg)	0,70	0,70	1,90	0	1,00	-
Vitamin A (SI)	0	385,00	0	0	0	-
Vitamin B1 (mg)	0,06	0,06	0,04	0	0,04	-
Vitamin C (mg)	30,00	30,00	0	0	0	-
Air (g)	62,50	60,00	14,50	12,00	9,10	12,7
Bagian dapat dimakan (%)	75,00	75,00	100,00	100,00	100,00	-

Keterangan: - ) tidak ada data

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981) dalam Rukmana (1997)

<sup>a</sup> Nuraini dan Budiono (2000)



Ubi kayu selain sebagai bahan pangan, juga dijadikan sebagai komoditas industri seperti sirup glukosa dan maltosa, *High Fructose Syrup* (HFS), alkohol, asam sitrat, dekstrin, perekat, dan *acetone*. Pati ubi kayu dapat dijadikan sebagai bahan adonan, makanan ringan seperti *pudding*, makanan bayi, bahan untuk manisan, bahan pengeras (*jelly*), *bodying agent* (untuk karamel), *dusty agent* (pelembut untuk permen karet), kanji, penguat kertas dan lem (Werdaya, 1991).

### 2.1.3 Asam Sianida (HCN) Ubi Kayu

Ubi kayu memproduksi dua glukosida sianogenik, linamarin (93%) dan lotaustralin (7%). Pada sel tanaman ubi kayu, glukosida sianogenik tersimpan pada vakuola di dalam sitoplasma sementara enzim linamerase ( $\beta$ -glukosidase) yang mampu mendegradasinya terletak pada dinding sel di luar sitoplasma. Enzim dan glukosida sianogenik tidak akan muncul dan kontak jika sel tanaman tetap utuh (Bokanga, 1996).

Glikosida sianogenik (linamarin) akan dibongkar secara enzimatis pada saat sel-sel rusak karena proses pemotongan atau pemanasan (Anonymous, 2002). Aktivitas dari enzim linamerase pada linamarin dan lotaustralin adalah hidrolisa membebaskan acetone cyanohidrin dan 2 butanone cyanohidrin. Senyawa selanjutnya relative tidak stabil. Pada pH 5 secara spontan terdekomposisi menjadi aseton dan HCN yang akan hilang karena penguapan.

Panas saat pemasakan dan kehilangan air saat pengepresan akan menginaktifkan enzim, yang akan mengurangi kemampuan linamerase menghidrolisa glukosida sianogenik (Bokanga, 1996).

Kadar HCN pada ubi kayu amat bervariasi, tergantung jenis atau varietasnya. Kadar HCN pada daun dan ubi dari beberapa varietas ubi kayu ditampilkan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.2. Kadar HCN Pada Beberapa Jenis Atau Varietas Ubi Kayu**

No.	Jenis/Varietas	Warna	Rasa	Kadar HCN	
				Ubi	Daun
1	Bandung	kuning	enak	15,92 ppm	-
2	Ketan	kuning	enak	-	-
3	Mentega	kuning	enak	17,34 ppm	-
4	Adira I	kuning	enak	26,06 ppm	-
5	Klenteng	putih	enak	5,21 ppm	-
6	Kowi	putih	enak	7,85 ppm	-
7	Kepyur	putih	enak	8,51 ppm	-
8	W-1705	putih	enak	10 ppm	-
9	Randu	putih	enak	21,77 ppm	-
10	Trigu	putih	enak	21,08 ppm	-
11	Petruk	putih	enak	24,61 ppm	-
12	Sawi	putih	enak	25,43 ppm	-
13	Gading	putih	enak	31,9 ppm	-
14	Karet	putih	enak	33,54 ppm	-
15	Gandum	putih	enak	33,32 ppm	-
16	W-1548	putih	enak	34 ppm	-
17	Faroka	putih	enak	40,80 ppm	-
18	Mangi	-	enak	32 mg/kg	136 mg/kg
19	Betawi	-	enak	33 mg/kg	146 mg/kg
20	Valenka	-	enak	39 mg/kg	158 mg/kg
21	Singapura	-	enak	60 mg/kg	201 mg/kg
22	Basiorao	-	agak pahit	82 mg/kg	230 mg/kg
23	Bogor	-	agak pahit	90 mg/kg	324 mg/kg
24	Tapikuru	-	pahit	130 mg/kg	230 mg/kg
25	SPP	-	pahit	206 mg/kg	468 mg/kg
26	Adira IV	putih	enak	68 mg/kg	-
27	Muara	putih	enak	100 mg/kg	-
28	Adira II	putih	enak	123,7 mg/kg	-
29	Bisini	putih	agak pahit	50,76 mg/kg	-
30	Pandemir	putih	pahit	72,16 mg/kg	-
31	Genjah sawo	putih	pahit	108,44 mg/kg	-

Keterangan: - ) tidak ada data

1 ppm = 1 mg/liter air (Day & Underwood, 1992)

= 1 mg/kg berat bahan basah (Antarlna, 1992)

Sumber: No.1-17 : Antarlna (1992);

No.18-25: Rukmana (1997);

No.26-31: Dirjen Tanaman Pangan Departemen Pertanian (1989) dalam Suprapti (2002)

Berdasarkan kandungan racun asam sianidanya, Rukmana (1997) membedakan jenis ubi kayu menjadi empat kelompok:

1. Ubi kayu yang tidak berbahaya, mengandung HCN < 50 mg/kg ubi yang diparut;
2. Ubi kayu yang sedikit beracun, mengandung 50 mg HCN–80 mg HCN/kg ubi diparut

3. Ubi kayu beracun, mengandung 80 mg HCN – 100 mg HCN/kg ubi yang diparut;
4. Ubi kayu yang amat beracun, mengandung > 100 mg HCN/kg ubi yang diparut

Suprapti (2002) menyampaikan bahwa kandungan HCN dapat dikurangi melalui beberapa proses, yang meliputi:

- 1) Perendaman, karena HCN mudah larut di dalam air, terlebih air yang mengalir
- 2) Pengolahan, karena HCN mudah menguap bila terkena panas, misalnya pada proses perebusan, pengukusan, penggorengan, penyangraian dan lain-lain
- 3) Fermentasi, dimana singkong akan berubah menjadi tape
- 4) Pengeringan, karena HCN mudah menguap pada proses pengeringan seperti pada proses pembuatan gapplek, tepung tapioka dan tepung kasava (ubi kayu)
- 5) Ekstraksi pati dalam air, misalnya pada pembuatan tepung kanji ataupun tapioka

Level aman dari HCN yang dianjurkan oleh FAO/WHO yaitu 10 mg/1 kg berat kering, 10 mg/100 gr berat basah (Murdiana dan Saidin, 2001).

#### **2.1.4 Ubi Kayu Terfermentasi (Gari)**

Gari merupakan makanan tradisional di Afrika Barat (Steinkraus, 1989). Gari adalah salah satu makanan terpenting di Ghana, Nigeria, Guinea, Benin dan Togo (Balagopalan, 2004).

Gari adalah tepung ubi kayu yang dibuat melalui proses fermentasi (Steinkraus, 1989). Fermentasi adalah suatu proses perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang dapat berlangsung karena aksi katalisator-katalisator biokimia yaitu enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Tjokroadikoesoemo, 1986). Komposisi kimia Gari per 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.3 Komposisi Kimia Gari Per 100 Gram Bahan**

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	338,0
Karbohidrat (g)	87,0
Protein (g)	1,3
Lemak (g)	0,1
Kalsium (mg)	45,6
Phospor (mg)	56,9
Air (g)	8,5

Sumber: Steinkraus (1989)

Fermentasi pada proses pembuatan gari adalah fermentasi spontan dan melalui dua tahap. Tahap pertama bakteri *Corynebacterium manihot* melalui aktivitas hidrolitik akan memecah pati menjadi glukosa yang akan diubah lebih lanjut menjadi bermacam-macam asam organik seperti asetat, propionate, butanoat, laktat, oksalat dan menurunkan pH. Pada tahap kedua, ditunjang dengan kondisi asam tersebut akan memacu pertumbuhan *Geotrichum candidum* yang menghasilkan aldehida dan ester yang berperan dalam pembentukan aroma dan rasa gari (Wood, 1985; Balagopalan 2004). Gari yang berkualitas baik biasanya berwarna kuning krem dengan ukuran butir yang seragam (Balagopalan, 2004).

Selama proses fermentasi, enzim linamerase pada jaringan ubi kayu akan aktif dan akan memecah linamarin dan *lotaustralin (glukosianogen)* dan membebaskan HCN. Glukosa, aseton, dan bermacam-macam asam organik akan dibentuk dan gas H<sub>2</sub>, HCN, dan CO<sub>2</sub> akan dibebaskan selama proses fermentasi berlangsung (Oyewole, 1989). Pederson (1971) mengemukakan bahwa pada proses pengeringan bubur kasava (ubi kayu) terfermentasi, lebih banyak asam hidrosianik yang akan dihilangkan.

## 2.2 *Tiwul*

*Tiwul* adalah makanan olahan yang terbuat dari gapelek (kasava yang dikeringkan). Setelah gapelek dihancurkan dan disaring menjadi tepung kemudian diremas-remas

(*diuleni*) bersama-sama dengan sedikit air dicampur dengan gula dan dikukus. Hasil pengukusan akan menghasilkan bentuk yang seperti pasir, setengah basah bertekstur lembut setengah padat. Makanan ini dihidangkan sebagai pengganti beras (Setyona, 1991 dalam Balagopalan, 2004; Yunianta dkk., 1997 dalam Harijono dkk., 2001).

*Tiwul* merupakan makanan tradisional yang berasal dari daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur. Suparmo dan Murdijati (2003) mengemukakan bahwa makanan tradisional merupakan makanan yang berkembang di suatu daerah, secara turun temurun mentradisi, menggunakan bahan dan teknologi lokal. Makanan tradisional merupakan hasil formulasi terhadap hasil bumi lokal dan diterima oleh masyarakat setempat. *Tiwul* banyak dikonsumsi sebagai makanan selingan dengan rasa manis, tetapi pada musim paceklik digunakan sebagai bahan pangan pokok dengan rasa tawar.

Makanan selingan dikonsumsi diantara dua waktu makan, misalnya pagi hari sekitar pukul 09.00 atau sore hari sekitar pukul 16.00. Makanan selingan disamping untuk menambah kebutuhan kalori juga dapat memenuhi kebutuhan zat gizi lainnya yang belum terpenuhi pada saat mengkonsumsi makanan pokok (Santoso, 1999). Makanan selingan perlu dimasyarakatkan dalam tatanan menu makanan keluarga sehingga merupakan bagian dari pola makan di Indonesia. Pengolahan makanan selingan perlu diperhatikan keanekaragamannya serta menghindari penggunaan bahan pengawet atau zat warna yang merusak kesehatan (Pudiastuti dkk, 1994).

### 2.2.1 Pembuatan *Tiwul* Instan

Teknologi pembuatan *tiwul* (beras-singkong) secara tradisional hampir sama untuk semua wilayah, baik dari Jawa Tengah, Jawa Timur, Lampung, atau Sumatera Selatan. Air dipercikkan pada tepung gapelek, dan *diuleni* membentuk butiran-butiran kecil seperti

pasir (beras). Tahap selanjutnya pengukusan selama duapuluhan lima menit, kemudian ditiriskan. Pengukusan ditujukan agar terjadi gelatinasi dan pengembangan granula pati

Proses instantisasi dilakukan dengan mengeringkan tiwul pada suhu  $60 \pm 2^\circ\text{C}$ , 16-18 jam untuk mengurangi kadar airnya. Pati yang mengalami gelatinasi setelah dikeringkan molekulnya dapat lebih mudah menyerap air kembali. Struktur pati yang berongga (*porous*) setelah pengeringan memudahkan air untuk meresap ke dalam *tiwul* pada waktu rehidrasi. Sifat inilah yang digunakan dalam pembuatan pangan instan. *Tiwul* ini dapat disimpan cukup lama apabila pengeringan cukup sempurna atau kadar airnya cukup rendah (Nuraini dan Budiono, 2001; Anwar 2004).

Teknologi terpadu dan sederhana ini lebih mudah dan dapat cepat diserap oleh masyarakat dalam perbaikan mutu produk makanan tradisional. Mutu *tiwul* yang dihasilkan selain bersih, *higienis*, juga lebih baik dan yang tidak kalah penting adalah waktu memasak yang lebih pendek, yaitu kurang lebih lima menit. Berbeda dengan *tiwul* yang diproduksi secara tradisional atau ubi kayu (singkong) rebus waktu untuk mengukus lebih lama, yaitu 20-30 menit.

### 2.3 Pangan Fungsional

Konsep pangan fungsional (*functional foods*) akhir-akhir ini sangat populer di kalangan masyarakat dunia. Kepopuleran tersebut ditunjang oleh suatu keyakinan bahwa di dalam pangan fungsional terkandung zat gizi dan zat non gizi yang sangat penting khasiatnya untuk kesehatan dan kebugaran tubuh.

Komponen aktif dalam bahan pangan yang memberikan efek fisiologis atau menimbulkan adanya sifat fungsional telah mendapat perhatian yang cukup besar. Sejak tahun 1984, pemerintah Jepang telah menyusun suatu alternatif pengembangan pangan

fungsional dengan tujuan untuk memperbaiki fungsi-fungsi fisiologis, agar dapat melindungi tubuh dari penyakit, khususnya penyakit degeneratif seperti jantung koroner, *hipertensi, diabetes, osteoporosis*, dan kanker sehingga dapat meningkatkan derajat kesehatan serta menekan biaya medis bagi masyarakat Jepang.

Fenomena pangan fungsional telah melahirkan paradigma baru bagi perkembangan ilmu dan teknologi pangan, yaitu dilakukannya berbagai modifikasi produk olahan pangan menuju sifat fungsional. Istilah pangan fungsional digunakan secara luas untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan makanan yang mempunyai kemampuan untuk mempengaruhi proses fisiologis, sehingga meningkatkan potensi kesehatan dari makanan atau minuman tersebut (Head, 1995).

Definisi pangan fungsional menurut Badan POM adalah pangan yang secara alamiah maupun telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan serta dikonsumsi sebagaimana layaknya makanan atau minuman dan mempunyai karakteristik sensori berupa kenampakan, warna, tekstur dan cita rasa yang dapat diterima oleh konsumen. Tidak memberikan kontraindikasi dan tidak memberi efek samping pada jumlah penggunaan yang dianjurkan terhadap metabolisme zat gizi lainnya. Pangan fungsional tidak berbentuk kapsul, tablet, atau bubuk yang berasal dari senyawa alami.

Tiga faktor yang harus dipenuhi oleh suatu produk agar dapat dikategorikan sebagai pangan fungsional, yaitu: (1) produk tersebut haruslah suatu produk pangan (bukan kapsul, tablet atau serbuk) yang berasal dari bahan (*ingredien*) yang terdapat secara alami, (2) produk tersebut dapat dan selayaknya dikonsumsi sebagai bagian dari pangan

sehari-hari, dan (3) produk tersebut mempunyai fungsi tertentu pada waktu dicerna, serta memberikan peran tertentu dalam proses metabolisme tubuh, misalnya: (a) memperkuat mekanisme pertahanan tubuh, (b) mencegah timbulnya penyakit tertentu (seperti penyakit kanker, kardivaskuler dan jantung koroner, pencernaan, osteoporosis, dan berbagai gangguan kesehatan akibat kekurangan atau kelebihan zat gizi tertentu), (c) membantu untuk mengembalikan kondisi tubuh setelah terserang penyakit tertentu, (d) menjaga kondisi fisik dan mental, dan (e) memperlambat proses penuaan. Pangan fungsional dibedakan dari suplemen makanan dan obat berdasarkan penampakan dan pengaruhnya terhadap kesehatan. Obat bersifat kuratif terhadap penyakit, sedangkan pangan fungsional hanya bersifat membantu pencegahan suatu penyakit (Astawan, 2003).

Komponen aktif dalam bahan pangan dikelompokkan menjadi dua bagian besar yaitu komponen zat gizi dan non zat gizi. Komponen aktif yang termasuk dalam golongan zat gizi antara lain kalsium, asam folat, vitamin E, dan yodium. Komponen aktif non zat gizi diantaranya yaitu grup senyawa *flavonoid*, komponen sulfur, senyawa *polifenol*, senyawa *terpenoid*, senyawa *isoflavan*, serat makanan, mikroba dan komponen hasil metabolit lainnya, *oligosakarida*, *hidrokoloid* (Muchtadi, 1996 ; Wijaya, 1996).

Menurut Astawan (2003), golongan senyawa yang dianggap mempunyai fungsi fisiologis tertentu di dalam pangan fungsional adalah senyawa-senyawa alami di luar zat gizi dasar yang terkandung dalam pangan yang bersangkutan, yaitu: (1) serat pangan (*dietary fiber*), (2) *Oligosakarida*, (3) gula alkohol (*polyol*), (4) asam lemak tidak jenuh jamak (*polyunsaturated fatty acids = PUFA*), (5) peptida dan protein tertentu, (6) *glikosida* dan *isoprenoid*, (7) *polifenol* dan *isoflavan*, (8) kolin dan lesein, (9) bakteri asam laktat, (10) *phytosterol*, serta (11) vitamin dan mineral tertentu.

Pangan fungsional tidak sama dengan *food supplement* atau obat. Pangan fungsional dapat dikonsumsi tanpa dosis tertentu, dapat dinikmati sebagaimana makanan pada umumnya, serta lezat dan bergizi. Peranan dari pangan fungsional bagi tubuh semata-mata bertumpu kepada komponen gizi dan non gizi yang terkandung di dalamnya. Komponen-komponen tersebut umumnya berupa komponen aktif yang keberadaannya dalam makanan bisa terjadi secara alami, akibat penambahan dari luar, atau karena proses pengolahan (akibat reaksi-reaksi kimia tertentu atau aktivitas mikroorganisme).

Contoh komponen zat gizi yang sering ditambahkan ke dalam bahan makanan adalah: (1) vitamin A, vitamin E, *beta-karoten*, *flavonoid*, selenium, dan seng (*zinc*) yang telah diketahui peranannya sebagai antioksidan untuk mengatasi serangan radikal bebas yang menjurus kepada timbulnya berbagai penyakit kanker; (2) asam lemak omega-3 dari minyak ikan laut untuk menurunkan kolesterol dan meningkatkan kecerdasan otak, terutama pada bayi dan anak balita; (3) kalsium untuk menjaga kesehatan tulang dan gigi, mencegah *osteoporosis* (kerapuhan tulang) dan tekanan darah tinggi; (4) asam folat untuk mencegah anemia dan kerusakan syarat; (5) zat besi untuk mencegah anemia gizi; (6) yodium untuk mencegah gondok dan *kretinisme* (kekerdilan); (7) oligosakarida untuk membantu pertumbuhan mikroflora yang dibutuhkan usus (*bifido bacteria*).

Contoh pangan tradisional yang memenuhi persyaratan untuk disebut sebagai pangan fungsional adalah: minuman beras kencur, temulawak, kunyit-asam, *serbat*, *dadih* (fermentasi susu khas Sumatera Barat), *dali* (fermentasi susu kerbau khas Sumatera Utara), *sekoteng* atau *bandrek*, tempe, tape, jamu, dan lain-lain. Contoh makanan tradisional mancanegara yang dapat dikategorikan sebagai makanan fungsional adalah: *yoghurt*, *kefir*, *koumiss*, dan lain-lain.

## 2.4 Rumput Laut.

Rumput laut pertama kali dikenal oleh bangsa Cina kira-kira tahun 2700 SM, digunakan sebagai sayuran dan obat-obatan. Publikasi rumput laut baru dimulai pada abad ke-17 oleh Jepang dan Cina (Indriani dan Suminarsih, 2003).

### 2.4.1 Tinjauan Umum Rumput Laut

Rumput laut termasuk golongan alga. Pada umumnya alga dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu *Rhodophyceae* (ganggang merah), *Phaeophyceae* (ganggang coklat), *Chlorophyceae* (ganggang hijau), dan *Cyanophyceae* (ganggang hijau-biru). Alga hijau dan alga hijau biru banyak yang hidup dan berkembang di air tawar. Alga coklat dan alga merah hampir semuanya sebagai habitat laut, dan lebih banyak dikenal sebagai rumput laut atau *seaweed* (Winarno, 1996). Rumput laut menyukai daerah pasang surut yang perairannya jernih dan hidupnya menempel pada karang yang mati, potongan kerang maupun substrat keras lainnya, baik yang dibentuk secara alamiah maupun buatan (Aprianto dan Liviawati, 1993).

Keanekaragaman jenis rumput laut di Indonesia cukup tinggi, tetapi hingga saat ini baru dikenal lima jenis yang bernilai ekspor tinggi yaitu *Gelidium*, *Gelidiella*, *Hypnea*, *Eucheuma*, dan *Gracilaria* (Setiadi dan Budihardjo, 2000).

### 2.4.2 Kandungan dan Manfaat Rumput Laut

Rumput laut dari jenis ganggang merah mengandung pigmen *fikobilin*, terdiri dari *fikoeretrin* dan *fikosianin*, merupakan cadangan makanan berupa karbohidrat (*Floridean starch*). Ganggang coklat mengandung pigmen klorofil a dan c, beta karotin, *violasantin* dan *fukosantin*, *pirenoid* dan *filakoid* (lembaran fotosintesis), cadangan makanan berupa

laminarin, dinding sel yang terdapat selulosa dan algin (Indriani dan Suminarsih, 2003).

Kandungan pigmen utama alga dapat dilihat pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.4 Kandungan Pigmen Utama Alga**

Kelas Alga	Klorofil	Karoten	Fucoxanthin	Hycocrythrin	Phycocyanin
Alga hijau	a, b dan c	Beta	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Alga coklat	a dan c	Beta	Ada	Tidak ada	Tidak ada
Alga merah	a	Beta	Tidak ada	Ada	Ada

Sumber: Aslan (1998)

Struktur kimia klorofil mirip dengan *haemoglobin* (pigmen merah darah), beberapa pakar menganjurkan pemakaian klorofil sebagai terapi medik anemia. Bila seseorang tidak kekurangan zat besi atau tembaga (*copper*), penambahan klorofil dapat merangsang pembentukan darah (Steenblock, 1994).

Komposisi utama rumput laut adalah karbohidrat. Sebagian besar karbohidrat berupa polisakarida kompleks yang sukar dicerna (senyawa *gumi*), maka hanya sebagian kecil saja dari kandungan karbohidrat tersebut yang dapat diserap dalam pencernaan manusia (Winarno, 1996). Senyawa kimia yang terdapat dalam rumput laut di Indonesia (dalam % berat kering) dapat dilihat pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.5 Senyawa Kimia Yang Terdapat Dalam Rumput Laut Di Indonesia  
(dalam % Berat Kering)**

Komposisi	Jenis Rumput Laut					
	1	2	3	4	5	6
Kadar air	27,50	10,99	19,01	24,91	12,95	25,15
Protein (6,24 N)	5,40	2,45	4,17	3,14	9,98	1,59
Karbohidrat	33,22	63,19	42,59	37,52	54,43	32,45
Lemak	8,62	4,30	9,54	5,55	11,09	8,04
Serat kasar	3,01	3,01	10,51	9,14	-	11,77
Mineral	22,25	23,94	24,08	15,77	11,15	23,77

Sumber: Sugiharto (1969) dalam Syarief dan Irawati (1988)

Keterangan:

- |                             |                              |                           |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Eucheuma spinosum</i> | 3. <i>Gracilaria sp.</i>     | 5. <i>Gelidiopsis sp.</i> |
| 2. <i>Eucheuma sp.</i>      | 4. <i>Gracilaria corvera</i> | 6. <i>Hypnea sp.</i>      |

*Seaweed* mengandung yodium lebih tinggi dibanding *seafood* lainnya (Soenardi, 2001). Bernard Curtois merupakan orang pertama yang menemukan bahan yodium di

dalam *Phaeophyceae* (ganggang coklat), dan hal ini mendorong usaha di bidang industri *kelp* yang merupakan bahan dasar yang penting dalam industri yodium. Masyarakat pesisir Cina dan Amerika telah memakai rumput laut sebagai obat penyakit gondok (Suhardjo, 1992). Kandungan unsur mikro rumput laut dapat dilihat pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.6 Kandungan Unsur-Unsur Mikro Pada Rumput Laut**

Unsur	Kisaran Kandungan dalam % Berat Kering	
	Rumput laut coklat	Rumput laut merah
Chlor	9,8 – 15,0	1,5 – 3,5
Kalium	6,4 – 7,8	1,0 – 2,2
Natrium	2,6 – 3,8	1,0 – 7,9
Magnesium	1,0 – 1,9	0,3 – 1,0
Belerang	0,7 – 2,1	0,5 – 1,8
Silikon	0,5 – 0,6	0,2 – 0,3
Fosfor	0,3 – 0,6	0,2 – 0,3
Kalsium	0,2 – 0,3	0,4 – 1,5
Besi	0,1 – 0,2	0,1 – 0,15
Yodium	0,1 – 0,8	0,1 – 0,15
Brom	0,03 – 0,14	di atas 0,005

Sumber: Winarno (1996)

Rumput laut mengandung beberapa vitamin seperti vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, dan vitamin C serta mineral seperti K, Ca, P, Na, Fe, dan I (Anggadiredja, 1993). Rumput laut dapat dimanfaatkan untuk membuat tubuh tetap segar dan berseri serta kelihatan awet muda dan mengatasi berbagai penyakit, membantu pembentukan jaringan tubuh, menjaga keseimbangan asam alkali dalam tubuh dan mengatur zat cair dalam tubuh, mengobati berbagai macam penyakit seperti gangguan pencernaan, meningkatkan fungsi usus dan lambung, membantu pembentukan jaringan tubuh, menghaluskan kulit, menurunkan tekanan darah, mencegah kanker, mengatasi gondok, mengatasi penyakit beri-beri, TBC kelenjar getah bening, mengatasi anemia (Wijayakusuma, 1997). Yodium dalam *seaweed* juga dapat membantu penyembuhan tumor payudara yang tidak ganas (Soenardi, 2001).

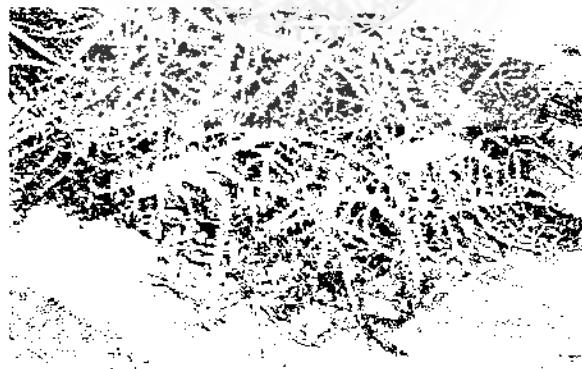
Menurut Nurlaila, dkk (1997) rumput laut dapat digunakan sebagai bahan substitusi dalam pengembangan produk sumber yodium antara lain berupa 1) kelompok produk

makanan selingan / makanan jajanan; 2) kelompok produk lauk-pauk; 3) kelompok produk sayur-sayuran.

#### 2.4.3 *Eucheuma cottonii*

Jenis rumput laut yang paling banyak dikenal di Indonesia menurut *Agriculture Research Management Project* (1993) adalah *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* yang dapat tumbuh di seluruh pantai Indonesia. *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* merupakan nama dagang, sedangkan nama ilmiahnya adalah *Eucheuma alverezii* dan *Eucheuma denticulatum* (Doty *et al.*, 1987).

Ciri-ciri dari genus *Eucheuma cottonii* adalah *thallus* dan cabang-cabangnya berbentuk silinder atau pipih. Waktu masih hidup warnanya hijau hingga kemerahan dan bila kering berwarna kuning kecoklatan. *Thallus* dan cabangnya kasar karena ditumbuhi oleh *nodula* atau *spine* untuk melindungi gametangia. Ujung cabang runcing atau tumpul dan percabangan tidak teratur (Anonymous, 1990).



**Gambar 2.3 Rumput Laut *Eucheuma cottonii***

Sumber: SuriaLinkphoto (2004)

Kandungan zat gizi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* per 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7 Kandungan Zat Gizi Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottonii*  
(Per 100 Gram Bahan)**

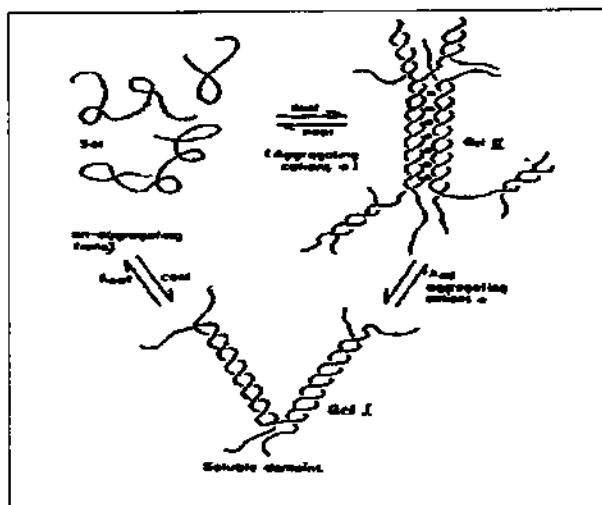
Zat gizi	Satuan	Jumlah
Kadar air	%	13,90
Karbohidrat	%	5,70
Protein	%	2,69
Lemak	%	0,37
Serat kasar	%	0,95
Kalsium (Ca)	ppm	22,390
Seng (Zn)	ppm	16,5
Yodium (I)	ppm	2,83
Thiamin	mg/100 gr	0,14
Riboflavin	mg/100 gr	2,70
Vitamin C	mg/100 gr	12,00

Keterangan: *Eucheuma cottonii* Bali

Sumber: Anonimous (1990)

*Eucheuma cottonii* dapat diolah menjadi *dodol*, manisan, *cendol*, *pudding*, *jelly* dan permen. Proses pengolahannya sangat sederhana, murah dan mudah serta tidak memerlukan peralatan yang mahal. Pengolahan rumput laut dapat meningkatkan nilai tambah komoditi rumput laut (*Agriculture Research Management Project*, 1993).

*Eucheuma cottonii* merupakan sumber kappa karaginan. Kappa karaginan tersusun dari  $\alpha$  (1->3) D galaktosa-4 sulfat dan  $\beta$  (1->4) 3,6 anhydro D galaktosa. Karaginan merupakan polisakarida yang linier atau lurus, dan merupakan molekul galaktan dengan unit utamanya adalah galaktosa. Karaginan adalah senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat, dengan galaktosa dan 3,6 anhydrogalaktocopolimer (Winarno, 1996). Struktur kappa dan iota karagenan memungkinkan bagian dari dua molekul masing-masing membentuk *double helix*s yang mengikat rantai molekul menjadi bentuk jaringan tiga dimensi atau gel.



**Gambar 2.4 Pembentukan Gel Dari Kappa Dan Iota Karaginan**

Sumber: Morris, 1986 dalam Anonimous, 1990

Karaginan di pasaran merupakan tepung berwarna kekuning-kuningan, mudah larut dalam air, membentuk larutan kental atau gel. Kappa karaginan larut dalam air panas di atas 60°C, larut pada air dingin dengan garam natrium tetapi tidak larut pada air dingin dengan garam K dan Ca. (Winarno, 1996). Kemampuan karaginan untuk membentuk gel dengan ion-ion adalah merupakan dasar penggunaannya dalam makanan. Sifat-sifat karaginan yang sangat unik sebagai hidrokoloid adalah reaktifitasnya yang tinggi dengan beberapa jenis protein (Tranggono dkk., 1990).

Karaginan dapat dimanfaatkan sebagai komoditi penting dalam berbagai industri pangan, baik sebagai stabilisator, pengemulsi, bahan pengental, pembentuk gel, maupun penjernih (Rachmayanti, 1992). Karaginan digunakan untuk menambah sedikit kekentalan dan rasa sentuhan di mulut yang enak pada sop, saus, minuman ringan, minuman dari buah-buahan, sirup dan bahan pelapis atas roti (Tranggono, 1990).

Pada industri roti, mutu roti ditingkatkan dengan penggunaan pengemulsi. Bentuk roti lebih besar, lunak, tidak berkerak, tekstur halus dan awet (tidak mudah apak). Kue dan makanan mekar berongga udara juga memerlukan pengemulsi. Zat pengemulsi

tertentu bagi roti bersifat mengkomplekskan protein, memperbesar volume serta membuat lebih renyah (*crispy*). Kue dengan kadar air dan gula tinggi juga memerlukan zat pengemulsi.

Pada sarapan instant, zat pengemulsi berfungsi untuk mengurangi tegangan muka antara cairan dan padatan agar cairan cepat dan merata penyebarannya. (Hartomo dan Widiatmoko, 1993). Di bidang industri kue dan roti, kombinasi karaginan dengan garam natrium lambda atau karaginan dengan lesitin dapat meningkatkan mutu adonan, sehingga dapat dihasilkan kue atau roti yang bermutu tinggi (Winarno, 1996).

## 2.5 Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*)

Kacang tunggak dikenal pula sebagai kacang tolo atau *cowpea* (Trustinah dan Kasno, 1990). Berdasarkan distribusi tanaman dan tersedianya produk di pasar, dapat diperkirakan bahwa sekitar 100.000 ha lahan kacang tunggak dipanen setiap tahunnya dengan total produksi 50.000 ton.

Supriyanto (1998) mengungkapkan bahwa komoditas ini belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan mungkin disebabkan karena berkulit keras sehingga menyulitkan dalam pengolahan.

### 2.5.1 Taksonomi dan Morfologi Kacang Tunggak

Kacang tunggak termasuk dalam tumbuhan berbiji tertutup berkeping dua, famili *leguminosae* (*Papilionaceae*), genus *Vigna*, spesies *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Memiliki ciri polongnya tegak ke atas dan kaku. Penampilan visual hampir sama dengan tanaman kacang panjang, namun tidak merambat. Batangnya pendek dan berbuku-buku. Daunnya agak kasar, melekat pada tangkai daun yang agak panjang, posisi daun bersusun tiga. Bunga berbentuk seperti kupu-kupu, terletak pada ujung tangkai yang panjang. Buah

kacang tunggak berukuran lebih kurang 10 cm, berbentuk polong, berwarna hijau, dan kaku. Biji kacang tunggak berbentuk bulat panjang, agak pipih dengan ukuran 4 mm – 6 mm x 7 mm, dan berwarna kuning kecoklat-coklatan.



**Gambar 2.5 Tanaman Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*)**  
Sumber: Kueneman (2004)

### 2.5.2 Potensi dan Prospek Kacang Tunggak

Kacang tunggak memiliki potensi sebagai komoditas yang mempunyai nilai gizi dan nilai ekonomi yang cukup tinggi. Pengembangan usaha tani kacang tunggak mempunyai prospek yang baik bila didukung dengan berkembangnya industri pengolahan hasil panen komoditas ini.

Kacang tunggak mudah dibudidayakan, cepat menghasilkan, potensi hasilnya cukup tinggi mencapai 2 ton biji kering/hektar, tahan terhadap hama dan penyakit (Rukmana dan Oesman, 2000). Kacang tunggak dapat ditanam secara monokultur atau ditumpangsaikan dengan jagung, ubi kayu, tebu dan beberapa tanaman lain. Dapat ditanam di tegal, sawah atau pematang, dapat tumbuh pada kondisi iklim yang luas, perawatannya mudah, tidak memerlukan input tinggi, pertumbuhan cepat dan umur panennya pendek, tahan terhadap kekeringan, dapat tumbuh di lahan yang kesuburnya

rendah dan di lahan masam sehingga memungkinkan pengembangannya di lahan kering atau kritis dalam usaha konservasi lahan dan diversifikasi pangan (Trustinah dan Kasno, 1990).

Daerah potensial pengembangan kacang tunggak adalah pantai utara Jawa, kawasan Indonesia Timur, dan Sulawesi Selatan. Kacang tunggak juga dapat dikembangkan di daerah transmigrasi Sumatra dan Kalimantan yang memiliki tanah sulfat asam.

Akar tanaman kacang tunggak menyebar pada kedalaman tanah antara 30 cm – 60 cm. Sifat penting dari akar tanaman kacang tunggak adalah dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium sp.*, untuk mengikat nitrogen bebas ( $N_2$ ) dari udara, yang kemudian dibentuk menjadi nodula-nodula (bintil-bintil) akar. Tiap hektar tanaman kacang tunggak dapat menghasilkan 198 kg nodula per tahun, setara dengan 440 kg urea. Penanaman kacang tunggak memberikan dua manfaat bagi tanah, yaitu penutup (vegetasi) tanah pengendali erosi, dan penghasil nodula akar sebagai sumber nitrogen penyubur tanah (Rukmana dan Oesman, 2000).

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) tergolong tidak mahal, mengandung komponen-komponen gizi yang penting antara lain protein (18-35%) dan karbohidrat (50-65%), sumber vitamin B seperti folasin, niasin, riboflavin (Prinyawiwatkul, 1993).

Tanaman kacang tunggak mempunyai prospek cerah dan sangat dimungkinkan untuk diolah dan dikelola sebagai produk komersial untuk pengobatan *menopause*. Para peneliti sudah mulai mengembangkan produk-produk makanan maupun minuman suplemen yang mengandung *fitoestrogen* dan diharapkan di masa akan datang ikut pula berperanan dalam penanggulangan masalah *menopause* di tanah air dengan memanfaatkan *fitoestrogen* sebagai substrat utamanya (Achadiat, 2003).

Komposisi gizi kacang tunggak secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.11.

**Tabel 2.8 Kandungan Gizi Tiap 100 Gram Biji Kacang Tunggak**

No.	Kandungan Gizi	Proporsi (banyaknya)
1	Kalori	342,00 kal
2	Protein	22,90 g
3	Lemak	1,40 g
4	Karbohidrat	61,60 g
5	Kalsium	77,00 mg
6	Fosfor	449,00 mg
7	Zat besi	6,50 mg
8	Vitamin A	30,00 SI
9	Vitamin B <sub>1</sub>	0,92 mg
10	Vitamin C	2,00 mg
11	Air	11,00 g
12	Bagian yang dapat dimakan	100,00 %

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981) dalam Rukmana dan Oesman (2000).

Kacang tunggak mengandung senyawa antigizi. Kandungan lektin dalam kadar rendah, antitripsin dalam kadar sedang, polifenol dalam kadar cukup tinggi yaitu di bagian kulit dan oligosakarida penyebab *flatulen* dalam kadar yang relatif sama dengan kacang-kacangan pada umumnya (Nnanna dan Philips, 1990). Salah satu upaya untuk mengurangi senyawa antigizi tersebut adalah melalui proses perkecambahan.

### 2.5.3 Kecambah Kacang-Kacangan

Kecambah atau taoge atau *tokolan* adalah bentuk bahan makanan rakyat yang telah dikenal oleh nenek moyang kita dan dapat disajikan dalam berbagai hidangan. Diperkirakan rata-rata konsumsi kecambah di daerah Jawa per orang 30-100 gr per minggu (Winarno, 1995), sedangkan menurut Wahyuni (1991) dalam Sutardi (1998) jumlah konsumsi kecambah di Indonesia cukup tinggi yaitu sebesar 4,8 g/kapita/hari jauh lebih besar bila dibandingkan dengan konsumsi kacang-kacangan dalam bentuk bijinya yaitu hanya sebesar 0,57 g/kapita/hari.

Rendahnya konsumsi kacang-kacangan dalam bentuk biji disebabkan antara lain karena biji kacang-kacangan mengandung senyawa anti gizi yang mengganggu penyerapan mineral (Liener, 1989 dalam Proulx, 1993). Asam fitat di alam berikatan dengan beberapa kation mineral bervalensi 2 dan 3 serta protein yang lazim disebut sebagai fitin dan bersifat tidak larut (membentuk "celat") (Sutardi, 1998). Gangguan fitat dan oksalat dengan kation divalent seperti kalsium dan zink dan gangguan tannin terhadap besi dengan bertindak sebagai *chelating agent* alami besi. Formasi dari kompleks fitat-mineral-protein mengurangi *bioavailability* dari mineral (Cheryan, 1987 dalam Proulx, 1993). Terbentuknya senyawa kompleks fitat mineral dan fitat protein menyebabkan turunnya ketersediaan mineral dan protein bagi tubuh dan dengan demikian akan menurunkan nilai gizi protein pangan yang bersangkutan (Sutardi, 1998).

Teknologi pembuatan kecambah telah lama dikenal di daerah pedesaan sehingga pengembangannya akan lebih mudah. Perkecambahan benih terjadi oleh perkembangan aktif dari lembaga dan berakibat terpecahnya kulit benih yang kemudian diikuti oleh pertumbuhan tanaman muda. Kecambah dapat dibuat dari hampir setiap jenis kacang-kacangan. Pengecambahan tidak memerlukan sinar matahari maupun tanah, tidak tergantung pada musim untuk dapat tumbuh dan waktu pengecambahannya pendek.

Melalui proses pengecambahan dapat diperoleh beberapa manfaat. Manfaat utama adalah berkurang atau hilangnya senyawa anti gizi seperti asam fitat (Chen dan Pam, 1977; Reddy *et al.*, 1978 dalam Sutardi, 1998). Selama perkecambahan terjadi penurunan aktivitas senyawa-senyawa anti gizi seperti tripsin dan asam fitat. Perkecambahan akan menurunkan aktivitas antitripsin sekitar 50% (Likuski dan Forbes, 1964). Manfaat lain,

waktu pemasakan atau penyajiannya relatif singkat, bau langus hilang serta naiknya beberapa jenis vitamin (Sutardi, 1998).

Fitase atau mio inositol heksakisfosfat fosfohidrolase yang tergolong fosfatase mampu membebaskan fosfor anorganik dari senyawa fosfat dan menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan ortofosfat (Nayini dan Markakis, 1983 dalam Sutardi, 1998). Inositol adalah salah satu jenis vitamin B komplek (Sediaoetama, 1996).

Pada proses perkecambahan terjadi berbagai perubahan biologis yakni pecahnya berbagai komponen dalam biji menjadi senyawa yang lebih sederhana yang telah siap cerna bagi embrio atau calon tanaman untuk tumbuh lebih lanjut. Selama proses *germinasi* (perkecambahan), terjadi sintesa protein. Protein dirombak oleh enzim proteinase menjadi peptide dan asam amino. Peptida dirombak oleh enzim peptidase menjadi asam amino (Kamil, 1986). Konsentrasi asam amino di dalam kecambah mengalami kenaikan, yaitu lisin 24%, threonine 19%, alanin 29% dan fenilalanin 7% (Winarno, 1995). Lemak juga dirombak oleh enzim lipase menjadi gliserol dan asam lemak yang lebih mudah dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan (Kamil, 1986). Beberapa kandungan pati diubah menjadi dekstrin atau bagian yang lebih kecil lagi yaitu dalam bentuk gula maltosa (Winarno, 1995). Pemecahan pati dilakukan oleh dua enzim amylase yaitu  $\alpha$  amylase dan  $\beta$  amylase. Enzim  $\beta$  amylase merombak amilosa menjadi glukosa dan amilopektin menjadi dekstrin, sedangkan enzim  $\alpha$  amylase merombak amilosa, amilopektin dan dekstrin menjadi glukosa dan maltosa. Enzim maltase merombak maltosa menjadi glukosa (Kamil, 1986).

Selama perkecambahan berlangsung juga sintesa vitamin sehingga terjadi peningkatan vitamin. Kadar vitamin B dalam kecambah meningkat jumlahnya 2,5

sampai 3 kali, demikian juga dengan vitamin E atau tocopherol. Kadar kalsium meningkat karena biji-bijian menyerap ion kalsium dari air perendam selama proses perendaman. Besi yang tersedia lebih mudah diserap, hal ini mungkin disebabkan oleh penurunan kadar *phytin phosphorus* yang ada dalam biji yang diketahui dapat menghambat absorpsi besi. Karena itu kecambah baik sekali digunakan sebagai bahan mentah dalam pembuatan makanan bayi (Winarno, 1995).

Menurut Winarno (1993), keuntungan yang diperoleh dari proses perkecambahan yaitu: 1) terjadi pra pencernaan terhadap pati dan protein; 2) viskositasnya dapat dikurangi pada tingkat yang dikehendaki/ideal sehingga baik untuk makanan bayi; 3) cita rasa dapat keluar terutama setelah pengeringan dan pemanasan; 4) fitin terhidrolisa.

Waktu perendaman sangat banyak pengaruhnya terhadap rendemen. Selama perendaman, biji-bijian akan menyerap air sehingga kadar air biji meningkat dari sekitar 10% menjadi 30% setelah 4 jam perendaman dan menjadi 47% setelah 12 jam perendaman, sesudah itu penyerapan air tidak terjadi lagi. Bila waktu perendaman terlalu singkat, rendemen kecambah menjadi rendah, sebaliknya bila waktu perendaman terlalu lama, akan banyak kandungan biji yang merembes keluar (Winarno, 1995).

## 2.6 Protein

Protein berperan dalam pembentukan biomolekul daripada sebagai sumber energi, namun apabila keperluan energi tubuh tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak, maka protein dapat digunakan sebagai sumber energi. Kandungan energi protein rata-rata 4 kilokalori/gram (Sudarmadji, 1996).

Protein juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru, mengganti jaringan tubuh yang rusak dan yang

perlu diimbangi (Winarno, 1992). Sebagai pembangun tubuh (*body builder*), protein berfungsi sebagai bagian utama dari sel inti (*nucleus*) dan protoplasma, bagian pada jaringan dalam tubuh (otot, glandula, sel-sel butir darah), penunjang organik dari matrik tulang, gigi, rambut dan kuku (Suhardjo dan Kusharto, 1999). Protein sebagai bagian dari enzim, hormon, antibodi, serta dapat bertindak sebagai bagian sel yang bergerak (protein otot).

### 2.6.1 Kebutuhan Protein

Menurut FAO-WHO (1985), kebutuhan protein adalah konsumsi yang diperlukan untuk mencegah kehilangan protein tubuh dan memungkinkan produksi protein yang diperlukan dalam masa pertumbuhan, kehamilan atau menyusui.

Angka Kecukupan Protein (AKP) *safe level of intake* atau taraf suapan terjamin orang dewasa menurut hasil-hasil penelitian keseimbangan nitrogen adalah 0,75 g/kg berat badan, berupa protein patokan tinggi yaitu protein telur (mutu cerna / *digestibility* dan daya manfaat / *utility* telur adalah 100). Angka kecukupan protein dipengaruhi oleh mutu protein hidangan yang dinyatakan dalam skor asam amino, daya cerna protein dan berat badan seseorang (Almatsier, 2001).

Orang dewasa memerlukan kira-kira 1 g protein untuk setiap kilogram berat badan. Selama periode pertumbuhan, lebih banyak protein diperlukan secara proporsional, misalnya untuk anak usia 5-6 tahun dibutuhkan kira-kira 2 g protein untuk tiap kilogram berat badan. Selama masa kehamilan dan menyusui anak, wanita memerlukan lebih banyak protein dalam susunan makanannya, karena harus memenuhi kebutuhan bayinya di samping keperluan dirinya sendiri (Gaman dan Sherrington, 1994).

## 2.7 Zat Besi

Zat besi dalam tubuh terlibat dalam pengangkutan oksigen, bertindak sebagai kofaktor berbagai enzim yang terlibat dalam pembentukan ikatan fosfat berenergi tinggi, konversi beta karoten menjadi vitamin A dan sintesa purin. Kalogen serta pembentukan antibody dapat berlangsung jika dikatalisa oleh besi. Sitokhrom, flavoprotein dan mitokondria yang mengandung besi memainkan peranan penting dalam produksi energi seluler, yaitu Adenosine Triphosphate (ATP). Otak dan sistem syaraf lain hanya bisa menggunakan karbohidrat sederhana dalam bentuk glukosa sebagai sumber energi. Untuk membakar glukosa tersebut diperlukan oksigen dalam jumlah yang cukup, dan fungsi Hb adalah menyediakan oksigen yang diperlukan untuk proses pembakaran (Jalal dan Sumali, 1998).

### 2.7.1 Kebutuhan Zat Besi

Jumlah besi yang dikeluarkan lewat saluran pencernaan dan kulit (*basal loss*) adalah 0,9 mg/hari untuk pria dewasa dengan berat badan (BB) 65 kg atau 14 µg/kg BB/hari. Pada wanita dewasa dengan berat badan 54 kg adalah 0,8 mg/ hari jika ditambah dengan kehilangan zat besi saat menstruasi 24 mg/hari. Pada wanita hamil dibutuhkan tambahan zat besi total sebesar 1000 mg. Untuk wanita menyusui memerlukan tambahan 5 mg setiap hari (Muhilal, Jalal dan Hardinsyah, 1998).

Absorpsi besi sangat tergantung pada jumlah dalam bahan makanan yang menghambat dan meningkatkan absorpsi. Absorpsi besi bervariasi antara 10-20% (pada negara maju) atau 5-10% (pada negara berkembang). Makanan yang monoton yang umumnya hanya terdiri dari beras atau ubi atau jagung dengan hanya sedikit atau jarang sekali makan daging, ikan dan vitamin C serta mengandung lebih banyak serat atau bahan

makanan yang menghambat absorpsi besi, maka absorpsi besinya rendah atau berkisar sekitar 5% (Muhibal, Jalal dan Hardinsyah, 1998).

### 2.7.2 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Zat Besi

Kekurangan zat besi yang dikenal dengan anemia gizi dapat menyebabkan berbagai konsekuensi fisiologis. Pada wanita hamil menyebabkan pendarahan (*haemorrhage*), preeclampsia, kelahiran prematur, BBLR, kematian ibu dan kematian perinatal serta rentan terhadap penyakit. Pada bayi anemia gizi akan menyebabkan ketidakseimbangan perkembangan fisik dan mental. Selama masa balita, anemia gizi bertanggung jawab terhadap keterlambatan perkembangan kognitif, psikomotorik dan kemampuan verbal serta terlambatnya kemampuan motorik dan koordinasi anak, sehingga anak menyebabkan lambatnya atau kurangnya perhatian, keinginan dan motivasi anak dalam belajar. Terdapat indikasi bahwa kekurangan zat besi pada anak umur di bawah dua tahun bersifat permanent dan tidak bisa diperbaiki lagi.

Menurut Bank Dunia, anemia gizi pada anak usia sekolah menyebabkan hilangnya 5-10% prestasi belajar yang berakibat rendahnya efisiensi biaya pendidikan karena mengembalikan anak anemia ke posisi yang normal memerlukan biaya yang sangat besar. Pada usia dewasa, anemia menyebabkan mudah lelah dan rendahnya produktivitas kerja (Jalal dan Sumali, 1998).

### 2.8 Yodium

Djokomoeldjanto (1993), mengungkapkan bahwa manusia tidak dapat membuat unsur/element yodium dalam tubuhnya, tetapi harus mendapatkannya dari luar (secara alamiah) melalui serapan yodium yang terkandung dalam makanan serta minuman.

Yodium merupakan bagian integral dari kedua macam hormon *thyroxin triiodotironin* (T3) dan *tetraiodotironin* (T4). Fungsi utama hormon ini adalah mengatur pertumbuhan dan perkembangan. Hormon *thyroid* mengontrol kecepatan tiap sel menggunakan oksigen, mengontrol kecepatan pelepasan energi dari zat gizi yang menghasilkan energi. *Thyroxin* dapat merangsang metabolisme sampai 30%. Kedua hormon ini juga mengatur suhu tubuh, reproduksi, pembentukan sel darah merah serta fungsi otot dan saraf. Yodium berperan pula dalam perubahan karoten menjadi bentuk aktif vitamin A, sintesis protein dan absorpsi karbohidrat dari saluran cerna. Yodium berperan pula dalam sintesis kolesterol darah (Almatsier, 2001).

Makanan laut dan ganggang laut adalah sumber yodium yang paling baik (Sauberlich, 1999). Soehardjo (1990) menyatakan bahwa dengan mengkonsumsi pangan yang kaya yodium dapat menekan atau bahkan mengurangi besarnya prevalensi gondok.

### 2.8.1 Kebutuhan Yodium

Yodium ada di dalam tubuh dalam jumlah sangat sedikit, yaitu sebanyak kurang lebih 0,00004% dari berat badan atau 15 - 25 µg. Untuk memastikan persediaan hormon *thyroid* tercukupi, *thyroid* harus menyerap sekitar sekitar 60 µg yodium per hari. Kebutuhan yodium per hari untuk mencegah gondok pada orang dewasa adalah 50 – 75 µg, atau kira-kira 1µg/kg berat badan. Untuk menetapkan batas yang aman, pemberian 150 µg dianjurkan untuk anak remaja dan orang dewasa. Pemberian yang direkomendasikan untuk bayi adalah 40 - 50 µg/hari dan untuk anak-anak usia 1 - 10 tahun adalah 70 - 120 µg/hari. Pemberian tambahan untuk wanita hamil 25 µg dan menyusui 50 µg/hari direkomendasikan untuk menutupi kebutuhan janin dan menyediakan yodium ekstra untuk disekresikan pada susu ibu (Smith, 1988).

Widyakarya Pangandaran dan Gizi (1998) menganjurkan angka kecukupan gizi (AKG) untuk yodium adalah: a) untuk bayi sebesar 50 – 70  $\mu\text{g}$ ; b) untuk balita dan anak sekolah sebesar 70 - 120  $\mu\text{g}$ ; c) untuk remaja dan dewasa sebesar 150  $\mu\text{g}$ ; d) untuk ibu hamil ditambah 25  $\mu\text{g}$ ; dan ibu menyusui ditambah 50  $\mu\text{g}$ .

### 2.8.2 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Yodium

Kekurangan yodium berakibat pada kondisi *hypothyroidisme* dan tubuh mencoba untuk mengkompensasi dengan menambah jaringan kelenjar gondok. Akibatnya terjadi *hypertrophy* yaitu membesarnya kelenjar *thyroid* yang kemudian disebut penyakit gondok (Notoatmojo, 1997).

Konsekuensi Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY) adalah retardasi mental, gangguan perkembangan sistem syaraf, gangguan pertumbuhan fisik, kegagalan reproduksi dan kematian anak (Manner and Dunn dalam Kodyat, Thaha dan Minarto, 1998). Yang amat mengkhawatirkan bagi pengembangan SDM adalah akibat negatif terhadap sistem syaraf pusat yang berdampak pada kecerdasan dan perkembangan sosial. Setiap penderita gondok akan mengalami defisit 10 IQ point, kretin 50 IQ point dan GAKI lain 10 IQ point di bawah normal (DeLong dkk; Querido; *dalam* Kodyat, Thaha dan Minarto, 1998). Seorang anak yang menderita kretinisme mempunyai bentuk tubuh yang abnormal dan IQ sekitar 20. Kekurangan yodium pada anak menyebabkan kemampuan belajar yang rendah (Abdullah, 1997).

Bagi ibu hamil yang mengkonsumsi yodium tidak mencukupi kebutuhan, maka bayi atau janin yang dikandung akan mengalami gangguan perkembangan otak (berat otak berkurang), gangguan perkembangan fetus dan pasca lahir, kematian perinatal (abortus) meningkat, kemudian setelah bayi dilahirkan mempunyai berat lahir rendah (BBLR) dan

terdapat gangguan pertumbuhan tengkorak serta perkembangan skelet, sedangkan bagi tubuh ibu hamil akan mengalami gangguan aktivitas kelenjar tiroid yang pada akhirnya akan mengalami pembesaran kelenjar tiroid yang dikenal dengan sebutan gondok (Djokomoeldjanto, 1993 dan WHO, 1994).

Bahan pangan yang bersifat goiterogenik ikut berperan terhadap terjadinya gondok (Djokomoeldjanto, 1993). *Goiterogenik* adalah zat yang dapat menghambat pengambilan zat yodium oleh kelenjar gondok, sehingga konsentrasi yodium dalam kelenjar menjadi rendah. Zat goiterogenik dapat menghambat perubahan yodium dari bentuk anorganik ke bentuk organik sehingga pembentukan hormon tiroksin terhambat (Linder, 1992).

Williams (1974) dalam Picauly (2002) mengemukakan bahwa zat goiterogenik dalam bahan makanan yang dimakan setiap hari akan menyebabkan zat yodium dalam tubuh tidak berguna, karena zat goiterogenik tersebut merintangi absorpsi dan metabolisme mineral yodium yang telah masuk ke dalam tubuh.

Menurut Chapman (1982) dalam Picauly (2002), goitrogen alami ada dalam jenis pangan seperti kelompok Sianida (daun dan umbi singkong, gaplek, gadung, rebung, daun ketela, kecipir, dan terung); kelompok Mimosin (pete cina dan lamtoro); kelompok Isothiosianat (daun pepaya) dan kelompok Asam (jeruk nipis, belimbing wuluh dan cuka).

Defisiensi protein dapat berpengaruh terhadap berbagai tahap pembentukan hormon dari kelenjar thyroid terutama tahap transportasi hormon. Defisiensi protein akan menyebabkan tingginya  $T_3$  dan  $T_4$  bebas, dengan adanya mekanisme umpan balik pada TSH maka hormon dari kelenjar thyroid akhirnya menurun.

*Iodium Excess* terjadi apabila yodium yang dikonsumsi cukup besar secara terus menerus. Menyebabkan pembesaran kelenjar *thyroid* dan dalam keadaan berat, dapat menutup jalan pernapasan sehingga menimbulkan sesak napas (Almatsier, 2001).

## 2.9 Serat

Serat adalah bagian dari makanan yang tidak dapat tercerna secara enzimatik yang diproduksi oleh tubuh manusia sehingga bukan sebagai sumber zat makanan (Linder, 1992). Terdiri atas dua jenis yaitu serat makanan (*dietary fiber*) dan serat kasar (*crude fiber*). Serat makanan adalah semua jenis serat yang tetap ada dalam kolon (usus besar) setelah proses pencernaan, baik yang berbentuk serat larut dalam air maupun yang tidak larut dalam air. Serat kasar adalah serat tumbuhan yang tidak larut dalam air (Anonymous, 2001). Serat kasar mengandung 50-80% selulosa, 20% hemiselulosa, dan 10-50% lignin. Menurut Almatsier (2001), serat yang larut dalam air seperti pektin, gum, *mucilage, glukan* dan *algal*.

### 2.9.1 Kebutuhan Serat

Konsumsi serat makanan didefinisikan sebagai jumlah asupan dan bahan pangan sumber serat yang dikonsumsi per hari (Anonymous, 2001). Mayer dan Goldberg (1990) dalam Sulistijani (2000) mengemukakan bahwa kebutuhan serat makanan orang dewasa sehat paling sedikit 10 - 13 gr/1000 kalori. Kebutuhan serat makanan yang dianjurkan untuk pria dewasa sebanyak 27 - 35 gr/hari dengan rata-rata konsumsi energi 2700 kal/hari, dan untuk wanita dewasa sebanyak 21-27 gr/hari dengan rata-rata konsumsi energi 2100 kal/hari. *National Cancer Institut* Amerika Serikat menganjurkan konsumsi serat makanan untuk orang dewasa adalah sebanyak 20-30 gr/hari, sedangkan *Amerikan*

*Diet Association* (ADA) merekomendasikan konsumsi serat makanan untuk orang dewasa sebanyak 25-35 gr/hari (Sulistijani, 2000).

### 2.9.2 Manfaat Serat

Kandungan serat yang tinggi mengakibatkan pengunyahan lebih lama yang berpengaruh terhadap pengeluaran air liur (*saliva*) yang dapat menetralkan asam sehingga menghambat kerusakan gigi. Kemampuan serat mengikat air membentuk gel dengan volume besar, tetapi kandungan energinya rendah, menurunkan konsumsi energi (Jahari dan Sumarno, 2001). Beck (2000) menjelaskan bahwa makanan yang banyak mengandung serat akan tinggal lebih lama di dalam lambung. Perlambatan pengosongan lambung ini menyebabkan seseorang merasa kenyang setelah makan sehingga akan makan lebih sedikit. Ini juga berarti bahwa makanan masuk lebih lambat ke dalam usus halus sehingga proses pencernaan dan penyerapan oleh usus halus juga diperlambat.

Serat saat berada dalam usus halus akan melapisi usus halus untuk menyerap glukosa dan mengikat asam empedu yang berakibat memperlambat penyerapan lemak dan kolesterol. Di usus besar, serat membentuk volume dan berat *seses* yang akan mengurangi konstipasi dan mempercepat *transit time* (Jahari dan Sumarno, 2001). Diet dengan kandungan serat yang tinggi berhasil dipakai dalam pengobatan penyakit *diverticulum* (pembengkakan pada usus besar) karena peningkatan volume *seses* dan melunaknya konsistensi *seses* akan menurunkan tekanan intrakolon sehingga meredakan gejala dan mengurangi serangan *inflamasi diverticulum*. Diet yang kaya serat akan memberikan daya perlindungan terhadap kanker usus besar karena serat mengikat bahan-bahan karsinogenik dan mengeluarkannya dari dalam usus besar, peningkatan massa *seses* akan mengencerkan konsentrasi karsinogen yang ada. Penurunan waktu transit akan

mengurangi lamanya kolon terkena bahan-bahan karsinogenik. Diet tinggi serat dapat mengurangi keharusan mengejan dan dengan demikian menghilangkan masalah *hiatus hernia*, dan *hemorrhoid* (wasir).

Di daerah dimana diet masyarakatnya berdasarkan pada makanan dari pati yang kaya akan serat, insiden diabetes mellitusnya rendah. Serat dengan pengaruh paling besar terhadap penyerapan hidrat arang adalah serat *viscous*. Serat ini terdapat secara alami dalam *legumes* (tanaman polong). Diet yang kaya akan serat *viscous* telah digunakan untuk mengatasi penyakit diabetes mellitus dengan cara memperlambat penyerapan hidrat arang. Sebagian serat akan mengikat asam-asam empedu yang akan dieksresikan ke dalam feses dan tidak mengalami penyerapan kembali (Beck, 2000).

Hasil penelitian *American Heart Association* membuktikan dengan mengkonsumsi 60 gram, makanan yang mengandung serat larut dalam air seperti *oatmeal* atau kacang-kacangan setiap hari dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah sampai 5,6 – 6,5 miligram (Anonymous, 2001),

### 2.6.3 Kerugian Serat

Pengaruh negatif yang potensial dari diet berserat tinggi adalah penurunan penyerapan beberapa unsur mikro termasuk Fe, Zn, Cu, Ca, Mg dan iritasi *ingesta* dalam penyakit *ingesta organic (Organic Bowel Disease)*. Penderita diabetes mellitus juga memperlihatkan bahwa meningkatkan serat diet dapat menurunkan kebutuhan terhadap insulin (Linder, 1992). Kelebihan konsumsi serat dapat mengakibatkan perut menjadi kembung, akibat menumpuknya serat di dalam kolon yang memicu timbulnya gas metan, hydrogen dan karbondioksida di dalam sekum dan kolon yang terbentuk dari kerja enzim bakteri yang memetabolisme serat (Sulistijani, 2000).

## BAB 3

### KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka Konseptual Penelitian

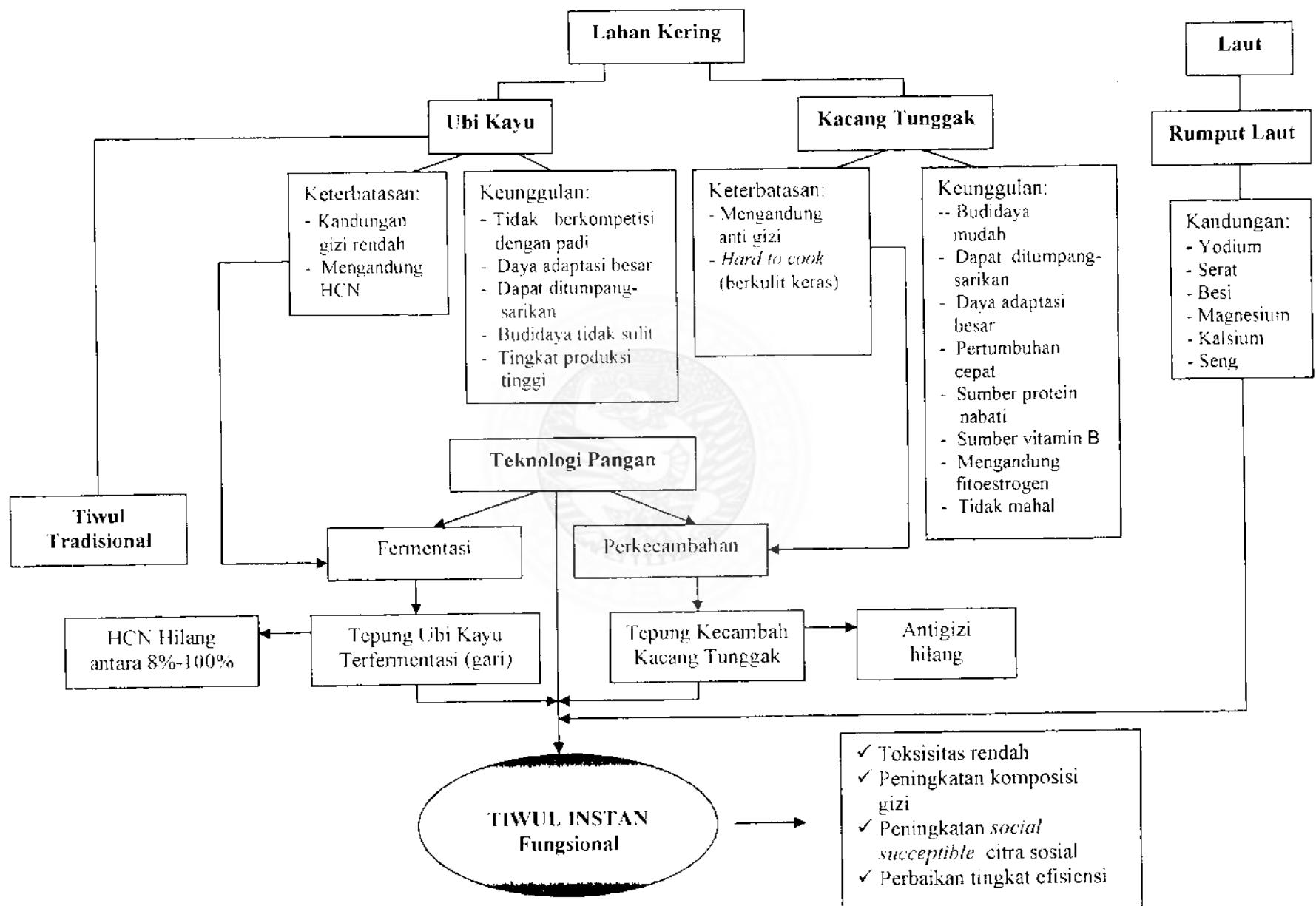
Peningkatan penerimaan masyarakat terhadap *tiwul* terutama pada kalangan menengah dan menengah ke atas akan meningkatkan daya jual *tiwul* dan produksi ubi kayu sebagai bahan bakunya.

Usaha meningkatkan kualitas *tiwul* dilakukan melalui komplementasi dengan bahan pangan lain yang dapat meningkatkan nilai gizinya serta proses fermentasi terhadap bahan bakunya untuk menghilangkan HCN, sehingga lebih aman untuk dikonsumsi. Bahan pangan yang berpotensi dan dapat dijadikan alternatif untuk ditambahkan ke dalam *tiwul* adalah rumput laut yang sudah diketahui kaya akan yodium dan serat serta kacang tunggak sebagai sumber protein. Bagan kerangka konseptual penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.

#### 3.2 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat perbedaan nilai gizi (protein, lemak, yodium, besi), kandungan serat dan kadar air *tiwul* instant serta dari ubi kayu yang terfermentasi pada berbagai konsentrasi penambahan rumput laut dan kecambah kacang tunggak.
2. Terdapat perbedaan nilai organoleptik *tiwul* instant dari ubi kayu yang terfermentasi pada berbagai konsentrasi penambahan rumput laut dan kecambah kacang tunggak.



Gambar 3.1 Bagan Kerangka Konseptual Penelitian

## BAB 4

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *experimental laboratorium*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari lima perlakuan ( $t = 5$ ) yang disimbolkan dengan  $T_0, T_1, T_2, T_3, T_4$  dan lima kali ulangan ( $r = 1, 2, 3, 4, 5$ ), sehingga jumlah unit percobaan adalah  $5 \times 5 = 25$ .

Penemuan jumlah ulangan tersebut berdasarkan rumus Sutjihno (1986) sebagai berikut:  $(r - 1)(t - 1) \geq 15$  dimana:  $r$  adalah banyak ulangan (*replikasi*) dan  $t$  adalah banyaknya perlakuan (*treatment*)

Perlakuan percobaan disimbolkan sebagai berikut:

$T_0$  Kontrol (100 % gari)

$T_1$  = Konsentrasi tepung gari 80% : tepung kecambah 18% : rumput laut 2%

$T_2$  = Konsentrasi tepung gari 80% : tepung kecambah 16% : rumput laut 4%

$T_3$  = Konsentrasi tepung gari 80% : tepung kecambah 14% : rumput laut 6%

$T_4$  = Konsentrasi tepung gari 80% : tepung kecambah 12% : rumput laut 8%

Simbol	Tepung Ubi Kayu Terfermentasi	Tepung Kecambah Kacang Tunggak	Rumput laut
$T_0$	100 %	0 %	0 %
$T_1$	80%	18 %	2 %
$T_2$	80%	16 %	4 %
$T_3$	80%	14 %	6 %
$T_4$	80%	12 %	8 %

## 4.2 Variabel Penelitian

### 4.2.1 Klasifikasi Variabel

Variabel dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua yaitu:

- Variabel bebas (*independent variable*): yaitu konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut
- Variabel tergantung (*dependent variable*): yaitu kandungan protein, lemak, yodium besi, serat, kadar air dan organoleptik (rasa, aroma, warna, tekstur/kekenyalan).

### 4.2.2 Definisi Operasional Variabel

N o	Variabel	Definisi Operasional	Kategori/ Pengukuran	Skala Data
1.	Konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut	Jumlah perbandingan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut yang ditambahkan pada adonan tiwul	Penimbangan secara analitis	Rasio
2.	Kadar protein	Jumlah protein yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Analisa kadar protein Metode: semi mikro <i>Kjeldahl</i>	Rasio
3.	Kadar lemak	Jumlah lemak yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Analisa kadar lemak Metode: <i>Soxhlet</i>	Rasio
4.	Kadar yodium	Jumlah yodium yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Analisa kadar yodium Metode: Sudarmadji (1989)	Rasio
5.	Kadar besi	Jumlah zat besi yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Analisa kadar besi Metode: AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )	Rasio

5.	Kadar besi	Jumlah zat besi yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Analisa kadar besi Metode: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)	Rasio
6.	Kandungan serat kasar ( <i>crude fiber</i> )	Jumlah serat kasar yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Uji serat kasar sesuai dengan SNI. 01-2891-1992 butir 11	Rasio
7.	Kadar air	Jumlah air yang terdapat dalam <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak	Analisa Kadar air Metode: Oven (AOAC)	Rasio
8.	Uji organoleptik	Uji sensorik terhadap <i>tiwul</i> instant sebelum dan sesudah komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak meliputi rasa, aroma warna, tekstur/kekenyalan.	Metode: <i>Hedonic Scale Scoring</i>	Ordinal

#### 4.3 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung ubi kayu terfermentasi. Ubi kayu yang digunakan diperoleh dari pasar di kawasan Mangga Dua Surabaya. Rumput laut yang digunakan adalah jenis *Eucheuma cottonii* diperoleh dari pasar besar Malang. Kacang tunggak yang digunakan diperoleh dari pasar besar Malang.

#### 4.4 Instrumen Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: pisau *stainless steel*, *talenan*, bak perendam, ember plastik, mesin pemarut, kain saring, alat penepung (penggiling), alat *pengayak* (penyaring), saringan alumunium, nampan/loyang alumunium, oven, neraca (timbangan) *digital*, *beaker/glass* 1000 ml, gelas ukur 100 ml, panci, pengaduk, termometer, kompor, alat pengukus (*dandang*), *alumunium foil*,

blender, piring kecil, sendok besar, sendok kecil, kain, plastik, *score sheet* organoleptik, seperangkat alat laboratorium yang dibutuhkan dalam analisa ini, dan sejumlah panelis yang memenuhi syarat kesehatan serta tidak mengidap penyakit THT (Telinga Hidung Tenggorokan), tidak buta warna, tidak alergi terhadap makanan yang akan diujikan (*tiwul*), serta mau berpartisipasi dalam penelitian ini. Sejumlah 25 orang panelis diambil dari mahasiswa AKZI (Akademi Gizi) Malang.

#### **4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dimulai pada bulan April - Juni 2004, pelaksanaan penelitian dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu:

##### **4.5.1 Pembuatan Produk (*Tiwul Instant*)**

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan April-Mei 2004. Pembuatan *tiwul* dari ubi kayu terfermentasi dan komplementasi rumput laut dan tepung kecambah kacang tunggak meliputi lima tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan baku utama *tiwul* yaitu tepung ubi kayu terfermentasi. Fermentasi ubi kayu dilakukan selama 36 jam (metode Jannah, 1996), setelah itu baru pengeringan menjadi tepung.

Tahap kedua adalah pembuatan kecambah kacang tunggak selama 8 jam. Tahap ketiga adalah penepungan kecambah kacang tunggak. Tahap keempat adalah pembuatan cairan rumput laut. Tahap kelima adalah pencampuran semua bahan pada berbagai konsentrasi yang sudah ditentukan untuk diolah menjadi *tiwul* instant.

##### **4.5.2 Penelitian Laboratorium**

Analisa protein, lemak, besi, serat dan kadar air *tiwul* instant dilaksanakan di Laboratorium Dinas Kesehatan Surabaya. Analisa HCN dilaksanakan di Balitkabi Kendalpayak Malang. Penelitian laboratorium ini dilaksanakan pada bulan Juni 2004.

### 4.5.3 Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilaksanakan di Akademi Gizi Malang pada bulan Juni 2004.

## 4.6 Prosedur Pengambilan Data

### 4.6.1 Prosedur Pembuatan Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (Gari)

Proses pembuatan tepung ubi kayu terfermentasi adalah ubi kayu segar dikupas kulitnya kemudian dicuci sampai bersih, dipotong-potong dengan panjang  $\pm 5$  cm dan direndam dalam bak berisi air kemudian diparut. Perendaman dilakukan sampai saat pemarutan agar ubi kayu tidak rusak dan tidak berubah warna. Ubi kayu parut dibungkus dengan karung tepung dan dibiarkan terfermentasi pada suhu kamar selama 36 jam. Ubi kayu yang sudah terfermentasi kemudian dikeringkan dengan oven suhu  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  selama 15 jam. Kemudian dilakukan proses penggilingan dan pengayakan ukuran 80 mesh. Diagram alir pembuatan tepung ubi kayu terfermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.

### 4.6.2 Prosedur Pembuatan Tepung Kecambah Kacang Tunggak

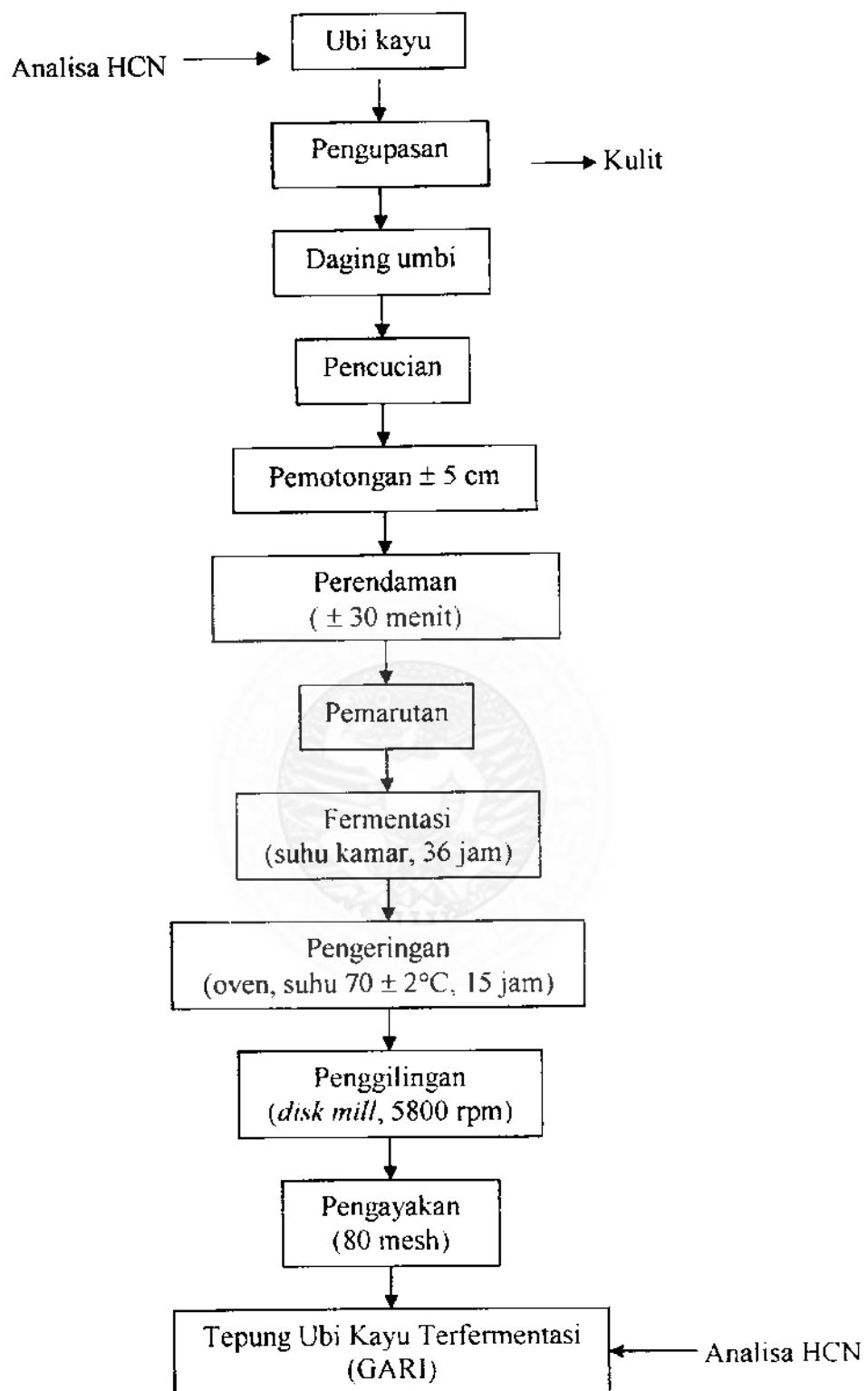
Biji kacang tunggak dicuci, kemudian direndam dalam air suhu  $20-25^\circ\text{C}$  selama 12 jam untuk meningkatkan kadar airnya sehingga dapat dikecambahkan. Kacang tunggak hasil perendaman dicuci kemudian ditiriskan dan dikecambahkan dengan cara ditebarkan pada wadah berlubang-lubang. Perkecambahan dilakukan selama 12 jam pada suhu kamar (pra perkecambahan). Setelah perkecambahan selesai, kacang tunggak dibersihkan dari kulit arinya, dikeringkan pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 12 jam. Kecambah kemudian digiling dan diayak ukuran 80 mesh. Diagram alir proses pembuatan tepung kecambah kacang tunggak dapat dilihat pada Gainbar 4.2.

#### 4.6.3 Prosedur Pembuatan Bubur Rumput Laut

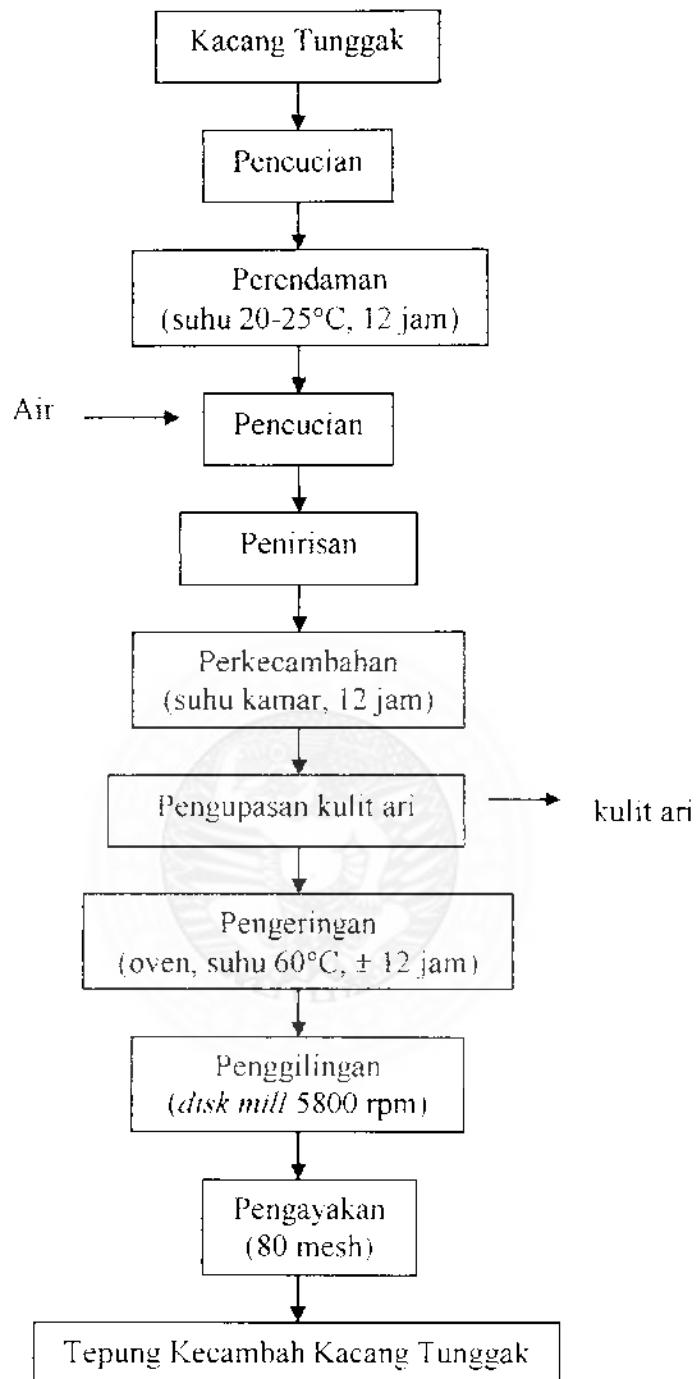
Rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dicuci sambil dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat dan direndam selama 8 jam, ditiriskan dan dipotong-potong dengan panjang  $\pm 2$  cm. Rumput laut dimasukkan ke dalam blender dan digiling halus. Diagram alir persiapan rumput laut dapat dilihat pada Gambar 4.3.

#### 4.6.4 Prosedur Pembuatan *Tiwul* Instan

Tahap pertama yang dilakukan adalah mencampur bubur rumput laut dengan air hangat suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$ . Jumlah air yang digunakan sebanyak 70 ml. Tahap selanjutnya adalah pencampuran ketiga bahan menjadi satu. Tepung ubi kayu terfermentasi (gari) dan tepung kecambah kacang tumbang dicampur sampai merata terlebih dahulu kemudian cairan rumput laut dituang pada tepung sedikit demi sambil tepung diremas-remas (*diulen*) sampai terbentuk adonan yang lembab. Adonan kemudian dikukus pada suhu  $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama 25 menit. Pengukusan ditujukan agar terjadi gelatinasi dan pengembangan granula pati. Pengolahan lebih lanjut menjadi produk instan merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kadar air *tiwul*. Proses instanisasi dilakukan dengan mengeringkan *tiwul* pada suhu  $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 18 jam. *Tiwul* yang sudah kering digiling dengan menggunakan *disk mill* kecepatan 5800 rpm dan diayak ukuran 60 mesh. *Tiwul* yang akan disajikan (diuji organoleptik) direhidrasi terlebih dahulu dengan cara disiram dengan air dan dikukus pada suhu  $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama 5 menit. Diagram alir proses pembuatan *tiwul* instant dari ubi kayu terfermentasi yang dikomplementasi rumput laut dan kecambah kacang tumbang dapat dilihat pada Gambar 4.4.

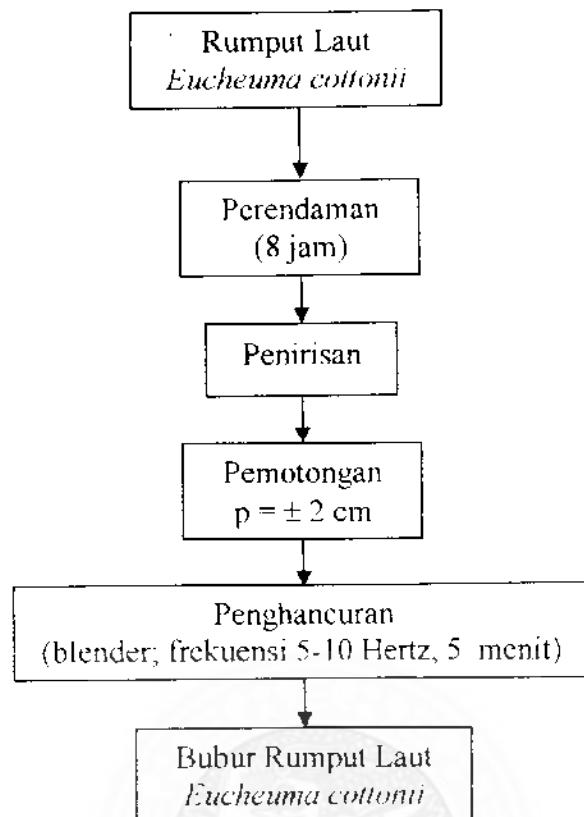
**Gambar 4.1 Diagram Alir Pembuatan Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (GARI)**

Sumber: modifikasi dari Jannah (1996), Aminah (1999) dalam Harijono dkk (2001) dan Suprapti (2002)

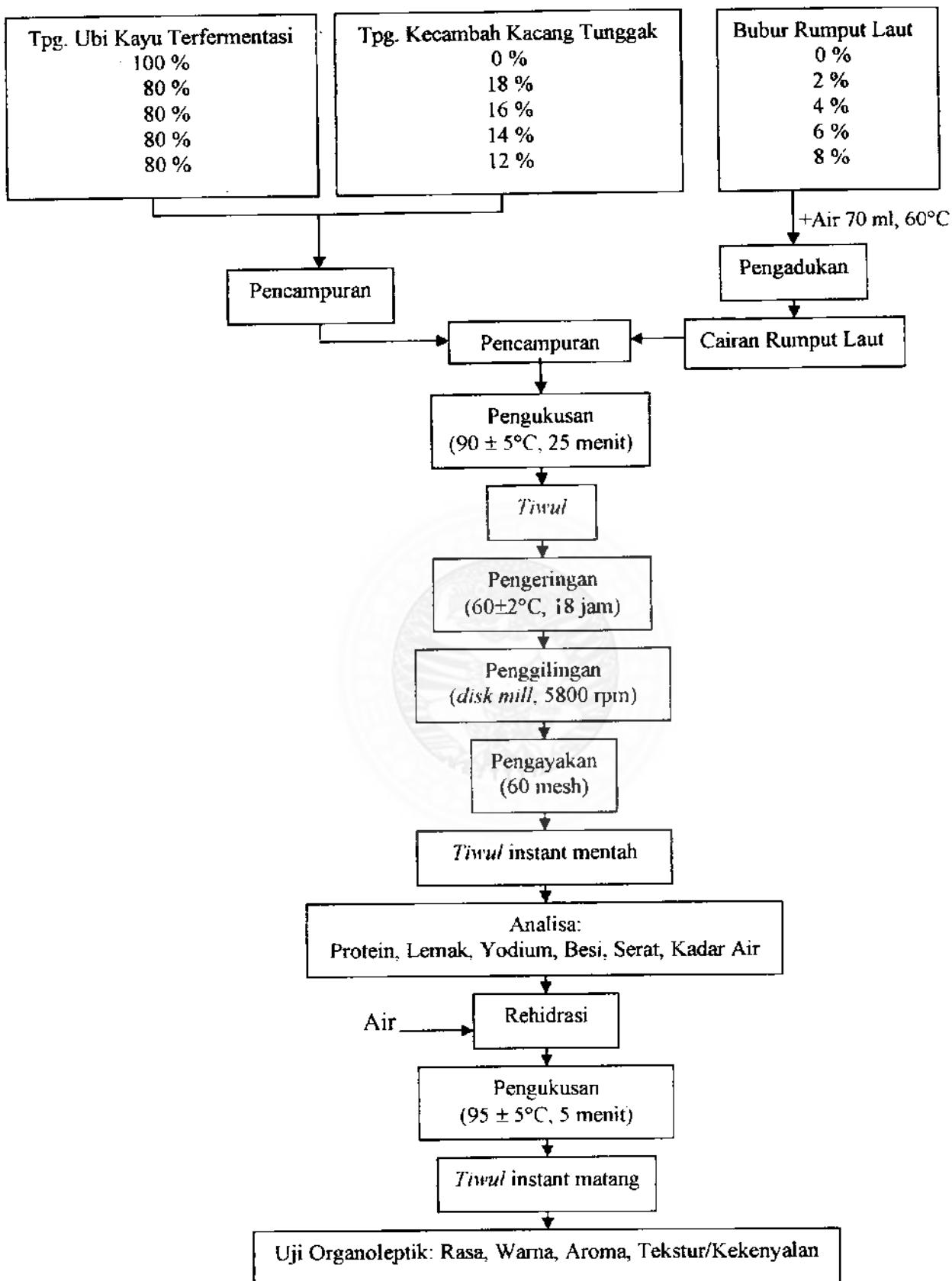


**Gambar 4.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Kecambah Kacang Tunggak**

Sumber: Modifikasi dari Khetarpaul (1990), Nnanna (1990) dan Ayudirahayu (2001) dalam Harijono dkk. (2001)



**Gambar 4.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Bubur Rumput Laut**

**Gambar 4.4 Kerangka Operasional Penelitian**

#### 4.6.5 Prosedur Analisis Kadar HCN

Analisis kadar HCN dilakukan dengan prosedur Sudarmadji (1989). *Tiwul* yang sudah ditumbuk halus ditimbang 10- 20 g. Maserasikan sampel dalam 100 ml aquades dalam erlenmeyer selama 2 jam, selanjutnya ditambahkan lagi 100 ml aquades dan destilasi dengan uap (*steam distilation*). Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi dengan 20 ml NaOH 2,5 %. Destilasi dihentikan setelah destilat mencapai 150 ml. Destilat ditambah dengan 8 ml NH<sub>4</sub>OH dan 5 ml KI 5%. Destilat kemudian dititrasi dengan larutan AgNO<sub>3</sub> 0,02 N sampai terjadi kekeruhan (kekeruhan ini akan mudah terlihat apabila di bawah erlenmeyer ditaruh kertas karbon hitam).

$$\text{Berat HCN} = \frac{\text{ml titrasi (blanko - sampel)}}{\text{ml titrasi blanko}} \times 20 \times \frac{\text{N AgNO}_3}{0,02} \times 0,54 \text{ mg}$$

#### 4.6.6 Prosedur Analisis Kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode Semi Mikro-Kjeldahl (AOAC dalam Sudarmadji, 1989). Sejumlah kecil *tiwul* (0,1 – 0,2 gr) ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, ditambahkan kira-kira 2 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 40 mg HgO dan 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Campuran ini didestruksi sampai larutan menjadi jernih, lalu didinginkan dan diencerkan dengan aquades kemudian didestilasi setelah ditambah 10 ml larutan NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (60 g NaOH dan 5 g Na-tiosulfat dilarutkan dan diencerkan sampai mencapai 100 ml dengan aquades). Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer yang berisi 5 ml larutan asam borat jenuh dan indicator campuran metal merah dan metilen biru. Destilat yang diperoleh dititrasi dengan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi ungu.

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml blanko}) \times \text{N HCl} \times 14,007}{\text{mg sampel}} \times 100 \quad \% \text{ Protein} = \% \text{ N} \times 5,71$$

#### 4.6.7 Prosedur Analisis Kadar Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan dengan metode Soxhlet (Sudarmadji, 1989). *Tiwul* yang telah dihaluskan (kering dan lolos ayakan 40 mesh) ditimbang dengan teliti sebesar 2 gram. Bahan

dicampur dengan pasir yang telah dipijarkan sebanyak 8 g dan dimasukkan ke dalam tabung ekstraksi soxhlet dalam timble. Air pendingin dialirkkan dalam kondensor. Tabung ekstraksi dipasang pada alat destilasi soxhlet dengan pelarut petroleum eter secukupnya selama 4 jam. Setelah residu dalam tabung ekstraksi diaduk, ekstraksi dilanjutkan lagi selama 2 jam dengan pelarut yang sama. Petroleum eter yang mengandung ekstrak lemak dipindah dalam botol timbang yang telah diketahui betul beratnya kemudian diuapkan dalam penangas air sampai pekat. Pengeringan dilanjutkan dalam oven bersuhu 100°C sampai berat konstan. Berat residu dalam botol timbang dinyatakan sebagai berat lemak dalam sampel.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{Berat residu/lemak (g)}}{\text{Berat awal bahan (g)}} \times 100\%$$

#### 4.6.8 Prosedur Analisis Kadar Yodium

Prosedur analisis kadar yodium menurut Sudarmadji dkk. (1989). *Tiwul* ditimbang sebesar 0,1 g dan dimasukkan dalam erlenmeyer tertutup. Ditambahkan 10 cc chloroform dan 25 cc reagen yodium bromide dan dibiarkan di tempat gelap selama 30 menit dengan kadang kala digojog. Kemudian ditambahkan 10 cc larutan KI 15% dan 10 cc aquades yang telah dididihkan dan segera dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N sampai larutan berwarna kuning pucat, kemudian ditambahkan 2 cc larutan pati dan dititrasi sampai warna biru hilang. Banyaknya natrium thiosulfat untuk titrasi blanko dikurangi titrasi sesungguhnya adalah equivalent dengan banyaknya yodium yang diikat oleh 100 g lemak atau minyak

$$\text{Angka yodium} = \frac{\text{cc titrasi (blanko-contoh)}}{\text{g lemak}} \times \text{N thio} \times 12,691$$

#### 4.6.9 Prosedur Analisis Kadar Besi

Analisis kadar besi menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Tabung *Neissler* diletakkan di atas timbangan dan dinolkan. Sampel *tiwul* setelah dihaluskan dimasukkan ke dalam tabung *Neissler* sebanyak 4-6 gr. Tambahkan 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat ke dalam masing-

masing tabung *Neissler*. Setelah itu ditambahkan 5 ml reagens campuran 5 : 2 ( $\text{HNO}_3$  pekat 5 ml + 2 ml perklorat pekat) ke dalam masing-masing tabung. Kocok tabung secara perlahan sehingga sampel terendam, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam. Disiapkan *oil bath* sehingga mencapai temperatur  $200 - 400^\circ\text{C}$ . Sampel dalam tabung *Neissler* yang telah diinkubasi dimasukkan dalam *oil bath* dan dibiarkan sampai larutan sampel menjadi jernih (destruksi sempurna). Sampel kemudian didiamkan pada temperatur kamar hingga dingin. Masing-masing tabung setelah dingin ditambah dengan 5 ml larutan standart spike 20 ppm dan ditambah aquadest sampai 50 ml (tanda batas), dihomogenkan dengan Vortex kemudian didiamkan pada temperature kamar sampai larutan kembali jernih. Larutan sample siap dianalisa menggunakan AAS Varian SpectrAA 55 dengan panjang gelombang 217,0 nm.

$$\frac{50 \text{ (ml)}}{\text{BC (gram)}} \times \text{CS} = \dots \text{mg/kg (ppm)}$$

CS = (konsentrasi sample dan standart spike) – (konsentrasi standart spike)

BC = berat contoh (gr)

#### 4.6.10 Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar

Prosedur analisis serat kasar menurut Sudarmadji (1989). Cawan ditimbang (berat A g) kemudian ditambahkan 1 g *tiwul* yang telah dihaluskan (berat B g). Bahan dimasukkan ke dalam beaker glass khusus untuk analisis serat kasar. Ditambahkan 50 cc larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,3 N dididihkan selama 30 menit, selanjutnya dengan cepat ditambahkan 25 cc NaOH 1,5 N dan dididihkan kembali selama 25 menit tepat. Ditambahkan 0,5 g EDTA dengan cepat kemudian dididihkan kembali selama 5 menit tepat. Tombol pemanas dimatikan, beaker glass diambil dan dilakukan penyaringan dengan cawan filtrasi. Ditambahkan 50 cc HCl 0,3 N dan didiamkan selama 1 menit, kemudian dihisap dengan pompa vakum setelah itu ditambahkan 10 cc aquades panas. 40 cc aseton ditambahkan dan didiamkan selama 1 menit, kemudian dihisap sampai kering dan dioven pada suhu  $140^\circ\text{C}$  selama 1,5 jam. Setelah itu didinginkan dalam eksikator, ditimbang dengan teliti

(berat C g), dimasukkan dalam oven selama 2 jam kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang kembali (berat D g).

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{C - D}{B - A} \times 100 \%$$

#### 4.6.11 Prosedur Analisis Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan dengan metode oven (AOAC 1970 dalam Sudarmadji, 1989). *Tiwul* ditimbang sebanyak 2 g dalam botol timbang kemudian dikeringkan dalam oven suhu 100-105°C selama 3-5 jam. Setelah dikeringkan kemudian didiamkan dalam eksikator dan ditimbang (perlakuan ini diulang sampai selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg).

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat awal sampel (g)

b = berat sampel setelah dikeringkan (g)

#### 4.6.12 Prosedur Uji Organoleptik

Uji organoleptik yang dilakukan merupakan uji kesukaan yang meliputi rasa, aroma dan kenampakan (warna) dengan menggunakan metode *Hedonic Scale Scoring* (Kartika, 1988).

Skor penilaian yang ditawarkan pada panelis adalah skala 1 – 5 yang meliputi: sangat suka (5), suka (4), agak suka (3), tidak suka (2), dan sangat tidak suka (1). Pada penentuan uji organoleptik ini digunakan 25 orang panelis dengan cara mengisi lembar (formulir) penilaian yang telah disiapkan (lampiran 2). Masing-masing sampel yang akan diuji disiapkan dalam bentuk *tiwul* yang sudah dikukus. *Tiwul* matang seberat 20 g ditempatkan pada mangkuk kertas kue kecil berwarna putih polos yang diberi nomor kode masing-masing yang diletakkan secara acak. Untuk menghindari pengaruh rasa antar sampel, maka setiap selesai mencicipi sampel, panelis diminta minum air putih yang disediakan (Basuki, 1997 dan Winiati, 1994).

## 4.7 Analisis Data

### 4.7.1 Analisis Data Rasio

Data skala rasio yang meliputi kadar protein, lemak, yodium, besi, serat dan kadar air *tiwul* instant dianalisis dengan menggunakan uji Anova (*Analysis of Variance*). Apabila dari hasil uji menunjukkan adanya perbedaan maka dilanjutkan dengan LSD (*Least Significant Difference*).

### 4.7.2 Analisis Data Skala Ordinal

Data skala ordinal dari hasil angket berupa skor hasil pengamatan panelis tentang organoleptik (kesukaan konsumen) *tiwul* dari ubi kayu terfermentasi yang dikomplementasi dengan rumput laut dan tepung kecambah kacang tuggak meliputi rasa, aroma, warna dan tekstur/kekenyalan dianalisis dengan menggunakan uji *Friedman Two-Way Anova* dan jika terdapat perbedaan (beda nyata) dilanjutkan dengan uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test*.

### 4.7.3 Analisis Penentuan Hasil Terbaik

Analisis penentuan hasil terbaik menggunakan metode pembobotan. Perlakuan terbaik *tiwul* dipilih dengan membandingkan nilai produk setiap perlakuan. Jumlah total nilai tertinggi merupakan perlakuan terbaik. Nilai diperoleh dengan perkalian setiap variabel mutu dengan bobot dari masing-masing mutu. Bobot masing-masing mutu adalah sebagai berikut:

Protein = 9	Kadar Air = 8
Lemak = 6	Rasa = 10
Yodium = 9	Warna = 10
Besi = 8	Aroma = 10
Serat = 8	Tekstur = 10

## BAB 5

### HASIL PENELITIAN

#### **5.1 Analisis Bahan Baku**

##### **5.1.1 Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (*GARI*)**

Bahan baku ubi kayu yang digunakan dalam pembuatan tepung ubi kayu terfermentasi pada penelitian ini berasal dari daerah Jember yang diperoleh dari pasar Mangga Dua, Surabaya. Kandungan HCN pada ubi segarnya rata-rata sebesar 50,33 mg / kg (cukup beracun) (lampiran 5).

Tepung ubi kayu terfermentasi yang dihasilkan berdasarkan hasil penelitian memiliki kandungan HCN sebesar 0,54 mg / 100 g lebih rendah daripada tepung ubi kayu tanpa proses fermentasi (0,81 mg /100 g) dan dari tepung gaplek (5,11 mg/100 g). Hasil analisis nilai gizi tepung ubi kayu terfermentasi dapat dilihat pada tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Nilai Gizi Tepung Ubi Kayu Terfermentasi**

Parameter	Jumlah per 100 g
Protein	2,030 g
Lemak	0,290 g
Serat Kasar	1,42 g
Besi	0,630 mg
Yodium	0,00 mg

Tepung ubi kayu hasil fermentasi pada penelitian ini memiliki kandungan protein sebesar 2,030 g, lemak sebesar 0,290 g, serat kasar sebesar 1,42 g, dan besi sebesar 0,630 mg per 100 gram bahan. Tidak terdapatnya kandungan yodium pada tepung ubi kayu terfermentasi belum diketahui penyebabnya secara pasti apakah karena ubi kayu memang tidak mengandung yodium atau kandungan yodium ubi kayu mengalami penguapan saat

proses pengeringan tepung, untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan yodium ubi kayu.

### **5.1.2 Nilai Gizi Tepung Kecambah Kacang Tunggak**

Bahan baku kacang tunggak yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Pasar Besar, kota Malang. Hasil analisis nilai gizi tepung kecambah kacang tunggak dapat dilihat pada tabel 5.2 (lampiran 6).

**Tabel 5.2 Nilai Gizi Tepung Kecambah Kacang Tunggak**

Parameter	Jumlah per 100 g
Protein	22,840 g
Lemak	1,260 g
Serat Kasar	2,72 g
Besi	5,710 mg
Yodium	0,057 mg

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa tepung kacang tunggak yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan protein sebesar 22,840 g, lemak sebesar 1,260 g, serat kasar sebesar 2,72 g, besi sebesar 5,710 mg dan yodium sebesar 0,057 mg per 100 g bahan.

### **5.1.3 Nilai Gizi Rumput Laut**

Rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Toko “Bedak Barokah” Pasar Besar, Kota Malang. Analisis dilakukan pada rumput laut yang sudah mengalami perendaman selama 8 jam dan penghancuran. Hasil analisis nilai gizi rumput laut dapat dilihat pada tabel 5.3 (lampiran 6).

**Tabel 5.3 Nilai Gizi Rumput Laut *Eucheuma cottonii***

Parameter	Jumlah per 100 g
Protein	3,570 g
Lemak	0,380 g
Serat Kasar	2,30 g
Besi	0,170 mg
Yodium	0,982 mg

Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui bahwa rumput laut *Eucheuma cottonii* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan protein sebesar 3,570 g, lemak sebesar 0,380 g, serat kasar sebesar 2,30 g, besi sebesar 0,170 mg dan yodium sebesar 0,982 mg per 100 g bahan.

## 5.2 Analisis Tiwul Instan

Analisis terhadap tiwul dilakukan dalam bentuk tiwul yang sudah mengalami proses pengeringan (tiwul instant) meliputi kandungan protein, lemak, serat kasar, zat besi, yodium dan kadar air.

### 5.2.1 Analisis Kandungan Protein Tiwul Instan

Hasil analisis laboratorium terhadap rata-rata kandungan protein tiwul instant pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.4. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

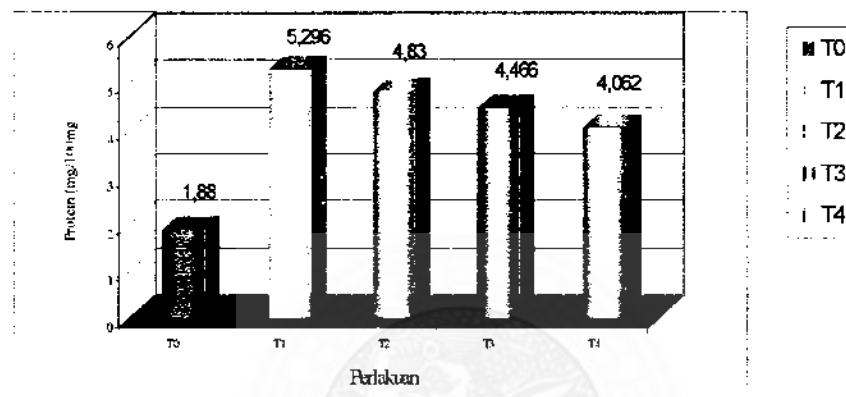
**Tabel 5.4 Rata-rata Kandungan Protein Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

Perlakuan (Tp.gari : Tp.Kec.Kc.Tunggak : R.laut)	Rata-rata (%)
T0 (100%:0%:0%)	1,880
T1 (80%:18%:2%)	5,296
T2 (80%:16%:4%)	4,830
T3 (80%:14%:6%)	4,466
T4 (80%:12%:8%)	4,062

Pada tiwul instant yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, kandungan protein terbesar dimiliki oleh perlakuan T1 (tiwul instant dengan penambahan 18 % tepung kecambah kacang tunggak dan 2 % rumput laut) yaitu sebesar 5,2960 % sedangkan kandungan protein terkecil terdapat pada perlakuan T4 (tiwul instant dengan komplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 8 % rumput laut) yaitu sebesar 4,0620 %. Kandungan protein semakin meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak yang ditambahkan. Secara

berturut-turut kandungan protein tiwul instant yang dikomplementasi dengan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut pada tiap perlakuan mulai dari terbesar sampai terkecil yaitu  $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ .

Visualisasi dari data rata-rata kandungan protein tiwul instan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut dapat dilihat pada gambar 5.1.



**Gambar 5.1 Grafik Rata-rata Kandungan Protein Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

### 5.2.2 Analisis Kandungan Lemak Tiwul Instan

Hasil analisis laboratorium terhadap rata-rata kandungan lemak tiwul instant pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.5. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

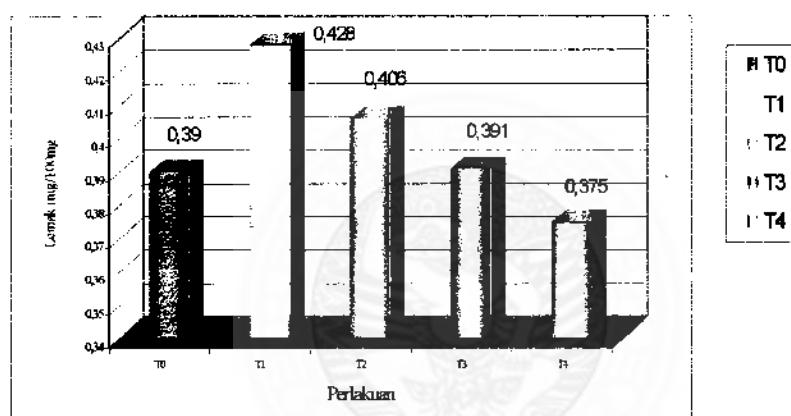
**Tabel 5.5 Rata-rata Kandungan Lemak Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

Perlakuan (Tp.gari : Tp.Kec.Kc.Tunggak : R.laut)	Rata-rata (%)
T0 (100%:0%:0%)	0,3904
T1 (80%:18%:2%)	0,4284
T2 (80%:16%:4%)	0,4064
T3 (80%:14%:6%)	0,3910
T4 (80%:12%:8%)	0,3752

Pada tiwul instant yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, kandungan lemak terbesar (0,4284 %) dimiliki oleh perlakuan T1, tiwul

instant dengan komplementasi 18 % tepung kecambah kacang tunggak dan 2 % rumput laut. Kandungan lemak terkecil (0,3752 %) terdapat pada perlakuan T4 (tiwul instant dengan komplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 8 % rumput laut). Secara berturut-turut kandungan lemak tiwul instant terkomplementasi pada tiap perlakuan mulai dari terbesar sampai terkecil yaitu T1 > T2 > T3 > T4.

Visualisasi dari data rata-rata kandungan lemak tiwul instan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut dapat dilihat pada gambar 5.2.



**Gambar 5.2 Grafik Rata-rata Kandungan Lemak Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

### 5.2.3 Analisis Kandungan Serat Kasar Tiwul Instan

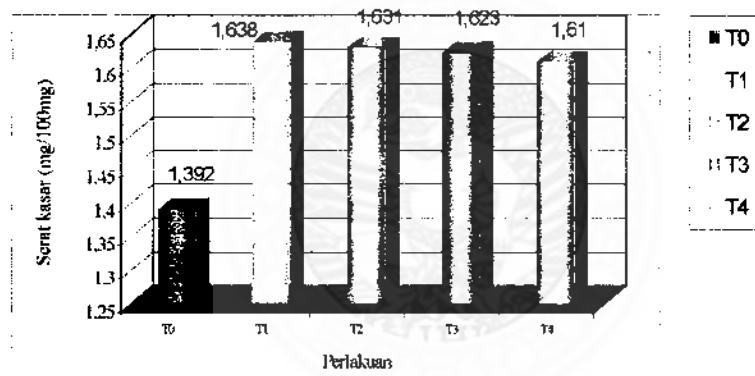
Hasil analisis laboratorium terhadap rata-rata kandungan serat kasar tiwul instan pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.6 (lampiran 6).

**Tabel 5.6 Rata-rata Kandungan Serat Kasar Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

Perlakuan (Tp.gari : Tp.Kec.Kc.Tunggak : R.laut)	Rata-rata (%)
T0 (100%:0%:0%)	1,3924
T1 (80%:18%:2%)	1,6378
T2 (80%:16%:4%)	1,6310
T3 (80%:14%:6%)	1,6234
T4 (80%:12%:8%)	1,6104

Pada tiwul instant yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, kandungan serat kasar terbesar dimiliki oleh perlakuan T1 (1,6378 %) yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 % sedangkan kandungan serat kasar terkecil (1,6104 %) terdapat pada perlakuan T4, yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8 %. Kandungan serat kasar tiwul instant pada tiap perlakuan mulai dari terbesar sampai terkecil yaitu T1 > T2 > T3 > T4.

Visualisasi dari data rata-rata kandungan serat kasar tiwul instan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut dapat dilihat pada gambar 5.3.



**Gambar 5.3 Grafik Rata-rata Kandungan Serat Kasar Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

#### 5.2.4 Analisis Kandungan Zat Besi Tiwul Instan

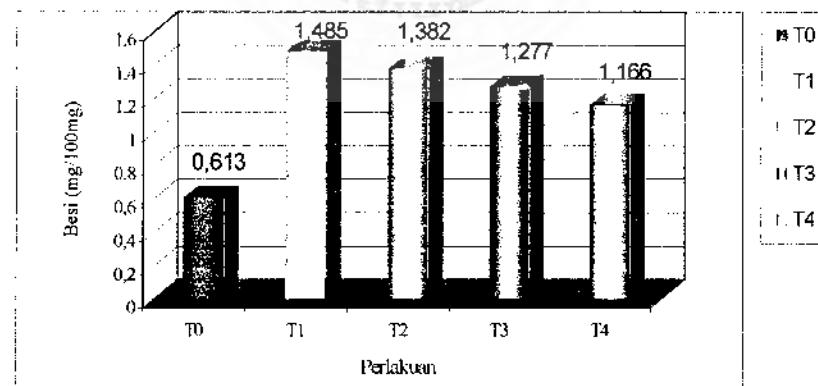
Hasil analisis laboratorium terhadap rata-rata kandungan besi tiwul instant pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.7. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

**Tabel 5.7 Rata-rata Kandungan Zat Besi Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

Perlakuan (Tp.gari : Tp.Kec.Kc.Tunggak : R.laut)	Rata-rata (mg/100g)
T0 (100%:0%:0%)	0,6130
T1 (80%,18%,2%)	1,4854
T2 (80%,16%,4%)	1,3820
T3 (80%,14%,6%)	1,2774
T4 (80%,12%,8%)	1,1662

Pada tiwul instant yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, kandungan besi terbesar dimiliki oleh perlakuan T1 (1,4854 mg/100g) yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 % sedangkan kandungan besi terkecil (1,1662 mg/100g) terdapat pada perlakuan T4, yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8%.

Visualisasi dari data rata-rata kandungan besi tiwul instan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut dapat dilihat pada gambar 5.4.

**Gambar 5.4 Grafik Rata-rata Kandungan Zat Besi Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

### 5.2.5 Analisis Kandungan Yodium Tiwul Instan

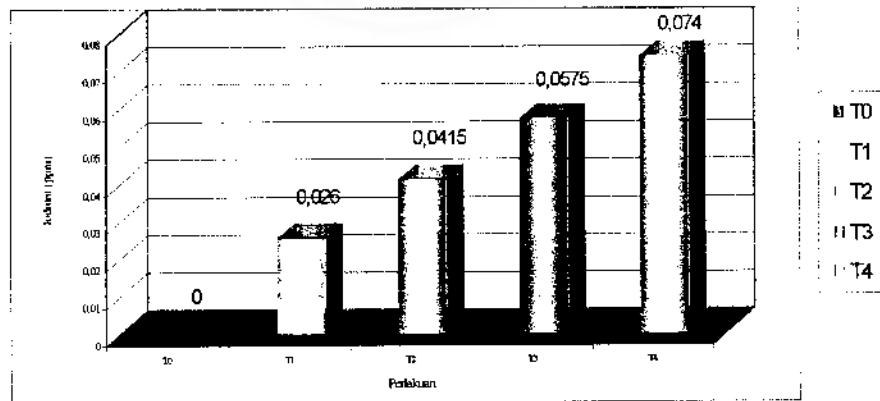
Hasil analisis terhadap rata-rata kandungan yodium tiwul instant pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.8. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

**Tabel 5.8 Rata-rata Kandungan Yodium Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

Perlakuan (Tp.gari : Tp.Kec.Kc.Tunggak : R.laut)	Rata-rata (mg/100g)
T0 (100%:0%:0%)	0,00000
T1 (80%:18%:2%)	0,02604
T2 (80%:16%:4%)	0,04156
T3 (80%:14%:6%)	0,05750
T4 (80%:12%:8%)	0,07406

Pada tiwul instant yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, kandungan yodium terbesar dimiliki oleh perlakuan T4 (0,07406 mg / 100 g) yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8 % sedangkan kandungan yodium terkecil (0,02604 mg / 100 g) terdapat pada perlakuan T1, yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 %. Semakin tinggi rumput laut yang ditambahkan kandungan yodium semakin meningkat.

Visualisasi dari data rata-rata kandungan yodium tiwul instan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut dapat dilihat pada gambar 5.5.

**Gambar 5.5 Grafik Rata-rata Kandungan Yodium Tiwul Instan Pada Berbagai Perlakuan**

### 5.2.7 Analisis Kadar Air Tiwul Instant

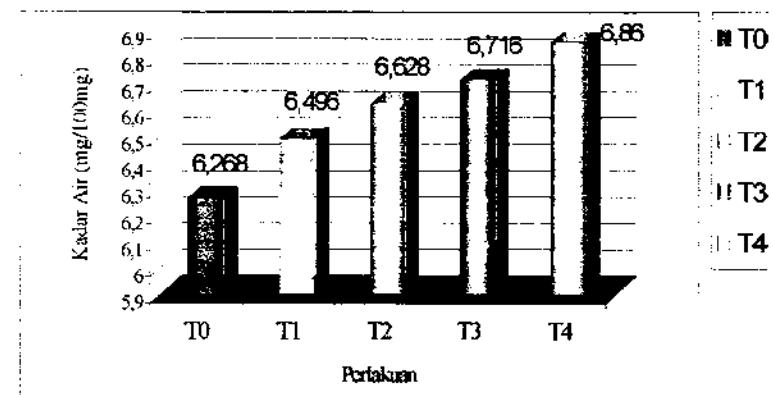
Hasil analisis laboratorium terhadap rata-rata kadar air tiwul instant pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.9. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

**Tabel 5.9 Rata-rata Kadar Air Tiwul Instant Pada Berbagai Perlakuan**

Perlakuan (Tp.gari : Tp.Kec.Kc.Tunggak : R.laut)	Rata-rata (%)
T0 (100%:0%:0%)	6,268
T1 (80%:18%:2%)	6,496
T2 (80%:16%:4%)	6,628
T3 (80%:14%:6%)	6,716
T4 (80%:12%:8%)	6,860

Kadar air terbesar dimiliki oleh tiwul instant perlakuan T4 (6,860 %) yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8 % sedangkan kadar air terkecil (6,268 %) terdapat pada perlakuan T0, yaitu tiwul tanpa komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 %. Kadar air tiwul instant semakin meningkat dengan semakin bertambahnya konsentrasi rumput laut yang ditambahkan.

Visualisasi dari data rata-rata kadar air tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut dapat dilihat pada gambar 5.5.



**Gambar 5.6 Grafik Rata-rata Kadar Air Tiwul Instant  
Pada Berbagai Perlakuan**

### 5.3 Mutu Organoleptik Tiwul Instan

Penilaian mutu organoleptik dilakukan pada tiwul yang telah mengalami proses pengukusan kembali selama 5 menit.

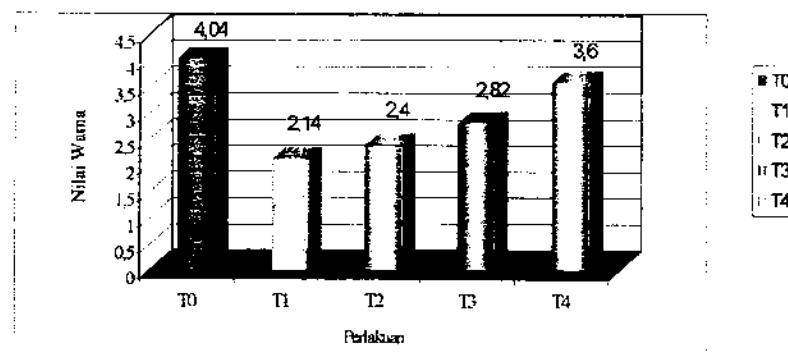
#### 5.3.1 Warna

Hasil penilaian panelis terhadap warna tiwul ditampilkan pada tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Nilai Uji Organoleptik Warna Tiwul**

Tp. Ubi kayu: Tp.Kec.Kcg.Tunggak:Rumput Laut	Warna Tiwul Matang		
	Kisaran	Modus	Mean Rank
T0 (100%:0%:0%)	2 - 5	4	4,04
T1 (80%:18%:2%)	1 - 4	2	2,14
T2 (80%:16%:4%)	2 - 4	3	2,40
T3 (80%:14%:6%)	2 - 4	3	2,82
T4 (80%:12%:8%)	2 - 5	3	3,60

Panelis pada uji organoleptik warna tiwul memberikan kisaran nilai 2 – 5 ( kurang menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T0 (kontrol) dan T4, kisaran nilai 2 – 4 (kurang menyukai – menyukai) pada tiwul T2 dan T3 serta kisaran nilai 1 – 4 (tidak menyukai – menyukai) pada tiwul T1. Pada tiwul yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, nilai *mean rank* tertinggi (3,60) dimiliki oleh tiwul T4, namun secara keseluruhan warna tiwul yang paling disukai oleh panelis adalah tiwul tanpa perlakuan (*mean rank* 4,04). Perbedaan *mean rank* warna tiwul divisualisasikan pada gambar 5.7.



**Gambar 5.7 Grafik Mean Rank Nilai Warna Tiwul Pada Setiap Perlakuan**

### 5.3.2 Aroma

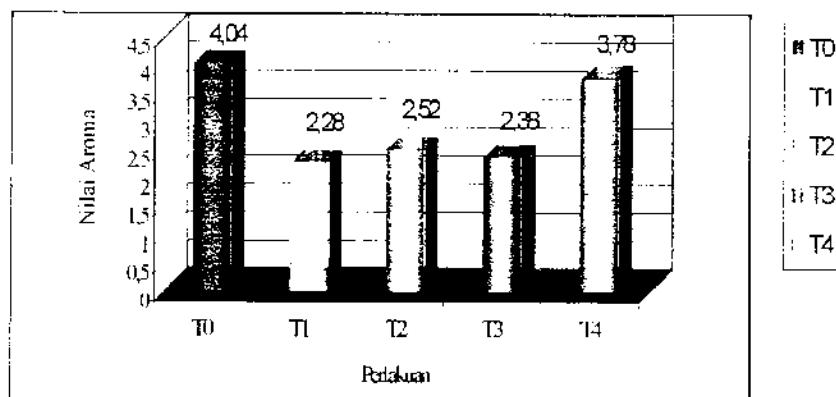
Hasil penilaian panelis terhadap aroma tiwul pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.11.

**Tabel 5.11 Nilai Uji Organoleptik Aroma Tiwul**

<b>Perlakuan</b> Tp. Ubi kayu: Tp.Kec.Kcg.Tunggak:Rumput Laut	<b>Aroma Tiwul Matang</b>		
	<b>Kisaran</b>	<b>Modus</b>	<b>Mean Rank</b>
T0 (100%:0%:0%)	1 - 5	4	4,04
T1 (80%:18%:2%)	1 - 3	2	2,28
T2 (80%:16%:4%)	2 - 3	2	2,52
T3 (80%:14%:6%)	2 - 4	2	2,38
T4 (80%:12%:8%)	2 - 4	3	3,78

Panelis pada uji organoleptik aroma tiwul memberikan kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T0 (kontrol), 1–3 (tidak menyukai – cukup menyukai) pada tiwul T1, kisaran nilai 2 – 3 (kurang menyukai – cukup menyukai) pada tiwul T2, serta kisaran nilai 2 – 4 (kurang menyukai – menyukai) pada tiwul T3 dan T4. Pada tiwul yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, nilai *mean rank* tertinggi (3,78) dimiliki oleh tiwul T4, namun secara keseluruhan aroma tiwul yang paling disukai oleh panelis adalah tiwul tanpa perlakuan (*mean rank* 4,04).

Perbedaan *mean rank* penilaian aroma tiwul pada setiap perlakuan secara jelas divisualisasikan pada gambar 5.8.



**Gambar 5.8 Grafik Mean Rank Nilai Aroma Tiwul Pada Setiap Perlakuan**

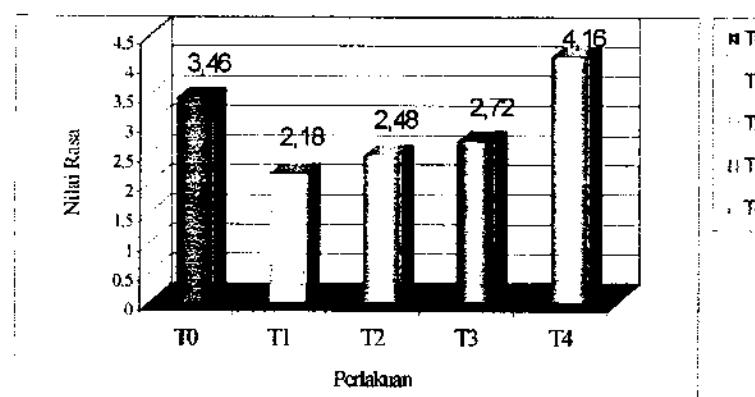
### 5.3.3 Rasa

Hasil penilaian panelis terhadap rasa tiwul pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.12.

**Tabel 5.12 Nilai Uji Organoleptik Rasa Tiwul**

Tp. Ubi kayu: Tp.Kec.Kcg.Tunggak:Rumput Laut	Rasa Tiwul Matang		
	Kisaran	Modus	Mean Rank
T0 (100%:0%:0%)	1 - 5	3	3,46
T1 (80%:18%:2%)	1 - 4	3	2,18
T2 (80%:16%:4%)	1 - 4	3	2,48
T3 (80%:14%:6%)	2 - 4	3	2,72
T4 (80%:12%:8%)	1 - 5	4	4,16

Panelis pada uji organoleptik rasa tiwul memberikan kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T0 (kontrol), 1 – 4 (tidak menyukai – menyukai) pada tiwul T1 dan T2, kisaran nilai 2 – 4 (kurang menyukai – menyukai) pada tiwul T3 dan kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T4. Rasa tiwul yang paling disukai oleh panelis secara keseluruhan adalah tiwul perlakuan 4 (T4) dengan nilai *mean rank* tertinggi (4,16). Hasil analisis mutu organoleptik rasa tiwul pada berbagai perlakuan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 17 dan 18. Perbedaan *mean rank* penilaian rasa tiwul pada setiap perlakuan secara jelas divisualisasikan pada gambar 5.9.



**Gambar 5.9 Grafik Mean Rank Nilai Rasa Tiwul Pada Setiap Perlakuan**

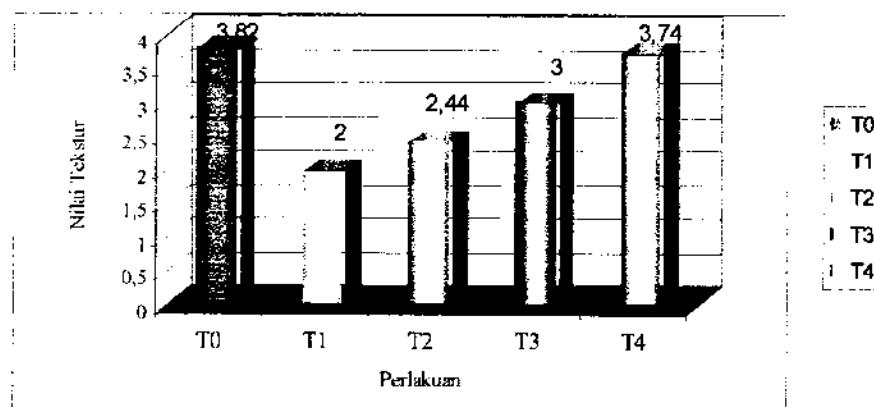
### 5.3.4 Tekstur

Hasil penilaian panelis terhadap tekstur tiwul pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.13.

**Tabel 5.13 Nilai Uji Organoleptik Tekstur Tiwul**

Perlakuan Tp. Ubi kayu: Tp.Kec.Kcg.Tunggak;Rumput Laut	Tekstur Tiwul Matang		
	Kisaran	Modus	Mean Rank
T0 (100%:0%:0%)	1 - 5	4	3,82
T1 (80%:18%:2%)	1 - 4	2	2,00
T2 (80%:16%:4%)	1 - 4	2	2,44
T3 (80%:14%:6%)	1 - 4	2	3,00
T4 (80%:12%:8%)	2 - 5	3	3,74

Panelis pada uji organoleptik tekstur tiwul memberikan kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T0 (kontrol), 1 – 4 (tidak menyukai – menyukai) pada tiwul T1, T2 dan T3 dan kisaran nilai 2 – 5 (kurang menyukai – menyukai) pada tiwul T4. Pada tiwul yang dikomplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, nilai *mean rank* tertinggi (3,74) dimiliki oleh tiwul perlakuan 4 (T4), namun secara keseluruhan tekstur tiwul yang paling disukai oleh panelis dengan nilai *mean rank* 3,82 adalah tiwul tanpa perlakuan atau kontrol (T0). Perbedaan *mean rank* penilaian tekstur tiwul pada setiap perlakuan secara jelas divisualisasikan pada gambar 5.10.



**Gambar 5.10 Grafik Mean Rank Nilai Tekstur Tiwul Pada Setiap Perlakuan**

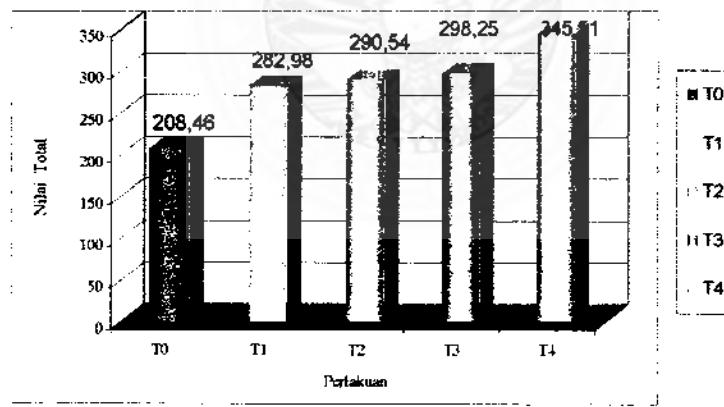
#### 5.4 Analisis Perlakuan Terbaik

Analisis perlakuan terbaik secara rinci diperlihatkan pada lampiran 8. Jumlah nilai total analisis perlakuan terbaik masing-masing perlakuan dapat diamati pada tabel 5.14.

**Tabel 5.14 Jumlah Nilai Total Analisis Perlakuan Terbaik Tiwul Instan**

Perlakuan (Tpg.gari : Tpg Kcb.Kcg.Tunggak : Rumput Laut)	Jumlah Nilai Total
T0 (100%: 0%: 0%)	208,45
T1 (80%: 18%: 2%)	282,98
T2 (80%: 16%: 4%)	290,54
T3 (80%: 14%: 6%)	298,25
T4 (80%: 12%: 8%)	345,51

Tiwul dengan nilai total tertinggi yaitu 345,51 dimiliki oleh perlakuan T4, sehingga dengan demikian tiwul T4 merupakan perlakuan terbaik. Urutan kedua adalah tiwul perlakuan 3 (T3) dengan nilai total 298,25 disusul T2, T1 dan terakhir T0. Perbedaan nilai total analisis perlakuan terbaik secara jelas diperlihatkan oleh gambar grafik 5.11.



**Gambar 5.11 . Grafik Nilai Total Perlakuan Terbaik Tiwui Pada Setiap Perlakuan**

#### 5.5 Nilai Gizi Tiwul Instan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik tiwul instant pada penelitian ini adalah T4 dengan perbandingan 80 % tepung ubi kayu terfermentasi (gari) : 12 % tepung kecambah kacang tunggak : 8 %

rumput laut *Eucheuma cottonii*, dimana nilai total yang dimiliki adalah 345,51. Nilai gizi dan kadar air tiwul instant pada perlakuan T4 dapat dilihat pada tabel 5.15.

**Tabel 5.15 Nilai Gizi Dan Kadar Air Tiwul Instan Perlakuan Terbaik (T4)**

Parameter	Jumlah per 100g
Protein	4,062 g
Lemak	0,375 g
Serat Kasar	1,610 g
Besi	1,166 mg
Yodium	0,074 mg
Kadar air	6,860 g

Tiwul instant perlakuan terbaik (T4) memiliki kandungan protein sebesar 4,062 g, lemak sebesar 0,375 g, serat kasar sebesar 1,610 g, besi sebesar 1,166 mg, yodium sebesar 0,074 mg, dan kadar air sebesar 6,860 g per 100 g bahan.

Perbandingan antara nilai gizi tiwul instant dengan Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan (AKG) per orang per hari dapat dilihat pada tabel 5.16.

**Tabel 5.16 Perbandingan Nilai Gizi Tiwul Instant Dengan Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan (AKG) (per orang per hari)**

Komponen	Tiwul Instan per 100g (T4)	Pria 20-45 tahun		Wanita 20-45 tahun		Anak 7-9 tahun	
		AKG	%	AKG	%	AKG	%
Protein	4,062 g	55	7,38	48	8,4	37	10,9
Lemak	0,375 g	77,78*	0,48	61,11*	0,61	52,78*	0,71
Serat Kasar	1,610 g	25**	6,44	25**	6,44	25**	6,44
Besi	1,166 mg	13	8,96	26	4,48	10	11,66
Yodium	74,06 µg	150	49	150	49	120	46

Keterangan:

\* konsumsi lemak total sekitar 25% dari total energi (Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi, 1998)

Sumber: Muhilal, Jalal dan Hardinsyah dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi, 1998

(\*\*) Konsensus PERKENI dalam Sarwono Waspadji dkk.

Nilai gizi yang dimiliki oleh tiwul instant dari tepung ubi kayu terfermentasi yang dikomplementasi dengan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut *Eucheuma cottonii* bila dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan per orang per hari untuk proteinnya memenuhi sebesar 7,38 % bagi pria usia 20 – 45 tahun, 8,4 % bagi wanita usia 20 – 45 tahun, 10,9 % bagi anak-anak usia 7 - 9 tahun. Kandungan lemaknya

memenuhi sebesar 0,48 % dari total energi yang dibutuhkan oleh pria usia 20 – 45 tahun, 0,61 % dari total energi yang dibutuhkan oleh wanita usia 20 – 45 tahun dan 0,71 % dari total energi yang dibutuhkan oleh anak-anak usia 7 – 9 tahun. Kandungan seratnya memenuhi sebesar 6,44 % bagi pria dan wanita usia 20 – 45 tahun serta anak usia 7 – 9 tahun. Kandungan besi dalam tiwul instant ini memenuhi sebesar 8,96 % pada pria usia 20 – 45 tahun, 4,48 % pada wanita usia 20 – 45 tahun dan 11,66 % pada anak usia 7– 9 tahun. Kandungan yodium pada tiwul instant bagi pria dan wanita usia 20 – 45 tahun memenuhi sebesar 49 %, sedangkan bagi anak usia 7 – 9 tahun memenuhi sebesar 46 %.

## 5.6 Hasil Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini terdiri atas dua jenis data, yaitu data skala rasio dan data skala ordinal. Untuk mengetahui perbedaan kandungan nilai gizi (protein, lemak, serat kasar, besi dan yodium) serta kadar air tiwul instant yang merupakan data skala rasio digunakan uji anova one way. Jika terdapat perbedaan nyata dimana  $p < \alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ) analisa data dilanjutkan dengan LSD (*Least Significant Different*). Analisis data uji organoleptik menggunakan analisis *Friedman Two-Way Anova*, dan jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test*.

### 5.6.1 Kandungan Protein

Hasil analisis anova kandungan protein tiwul instan diperlihatkan pada tabel 5.17.

**Tabel 5.17 Analisis Anova Kandungan Protein Tiwul Instan**

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Perlakuan	35,134	4	8,784	1518,079	0,000
Galat	0,116	20	5,786 E-03		
Total	35,250	24			

Berdasarkan hasil uji Anova *one way* diperoleh nilai uji statistik = 1518,079 dan nilai signifikansi (*p*) = 0,000. Jika digunakan  $\alpha = 0,05$  maka  $p < \alpha$ . Hal ini menunjukkan kandungan protein tiwul instant berbeda nyata pada berbagai konsentrasi penambahan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut.

Berdasarkan hasil uji LSD (*Least Significant Difference*) diketahui bahwa antar perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata. Perbedaan *mean* terbesar adalah pada T1 dan T0 yaitu sebesar 3,4152. dan perbedaan *mean* terkecil yaitu pada T2 dan T3 sebesar 0,3594. Perbedaan kandungan protein secara jelas dapat dilihat pada tabel 5.18.

**Tabel 5.18 Perbedaan Nilai *Mean* Protein Antar Perlakuan**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.Kec.Kc.Tunggak:R.laut)		(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.Kec.Kc.Tunggak:R.laut)		Mean Difference (I-J)	Sig.
Perlakuan	Nilai Mean	Perlakuan	Nilai Mean		
T0(100%:0%:0%)	1,8800	T1(80%:18%:2%)	5,2960	-3,4160(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	4,8300	-2,9500(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	4,4660	-2,5860(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	4,0620	-2,1820(*)	0,000
T1(80%:18%:2%)	5,2960	T0(100%:0%:0%)	1,8800	3,4160(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	4,8300	0,4660(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	4,4660	0,8300(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	4,0620	1,2340(*)	0,000
T2(80%:16%:4%)	4,8300	T0(100%:0%:0%)	1,8800	2,9500(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	5,2960	-0,4660(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	4,4660	0,3640(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	4,0620	0,7680(*)	0,000
T3(80%:14%:6%)	4,4660	T0(100%:0%:0%)	1,8800	2,5860(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	5,2960	-0,8300(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	4,8300	-0,3640(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	4,0620	0,4040(*)	0,000
T4(80%:12%:8%)	4,0620	T0(100%:0%:0%)	1,8800	2,1820(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	5,2960	-1,2340(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	4,8300	-0,7680(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	4,4660	-0,4040(*)	0,000

\* signifikan pada *p* < 0,05

## 5.6.2 Kandungan Lemak

Hasil analisis anova kandungan lemak tiwul instant diperlihatkan pada tabel 5.19.

**Tabel 5.19 Analisis Anova Kandungan Lemak Tiwul Instan**

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Perlakuan	8,105 E-03	4	2,026 E-03	227,148	0,000
Galat	1,784 E-04	20	8,920 E-06		
Total	8,283 E-03	24			

Berdasarkan hasil uji Anova *one way* diperoleh nilai uji statistik = 227,148 dan nilai signifikansi (*p*) = 0,000. Jika digunakan  $\alpha = 0,05$  maka  $p < \alpha$ . Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada kandungan lemak tiwul instant.

Uji LSD menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan berbeda secara signifikan. Tiwul perlakuan T3 tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol (T0). Perbedaan *mean* terbesar adalah pada T1 dengan T4 (0,0532) sedangkan yang terkecil pada T0 dengan T3 (0,0006). Perbedaan *mean* lemak antar perlakuan diperlihatkan pada tabel 5.20.

**Tabel 5.20 Perbedaan Nilai *Mean* Lemak Antar Perlakuan**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.Kec.Kc.Tunggak:R.laut)		(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.Kec.Kc.Tunggak:R.laut)		Mean Difference (I-J)	Sig.
Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>	Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>		
T0(100%:0%:0%)	0,39040	T1(80%:18%:2%)	0,42840	-0,03800(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,40640	-0,01600(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,39100	-0,00060	0,754
		T4(80%:12%:8%)	0,37520	0,01520(*)	0,000
T1(80%:18%:2%)	0,42840	T0(100%:0%:0%)	0,39040	0,03800(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,40640	0,02200(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,39100	0,03740(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,37520	0,05320(*)	0,000
T2(80%:16%:4%)	0,40640	T0(100%:0%:0%)	0,39040	0,01600(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	0,42840	-0,02200(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,39100	0,01540(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,37520	0,03120(*)	0,000
T3(80%:14%:6%)	0,39100	T0(100%:0%:0%)	0,39040	0,00060	0,754
		T1(80%:18%:2%)	0,42840	-0,03740(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,40640	-0,01540(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,37520	0,01580(*)	0,000
T4(80%:12%:8%)	0,37520	T0(100%:0%:0%)	0,39040	-0,01520(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	0,42840	-0,05320(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,40640	-0,03120(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,39100	-0,01580(*)	0,000

\* signifikan pada *p* < 0,05

### 5.6.3 Kandungan Serat Kasar

Hasil analisis anova kandungan serat kasar tiwul instant diperlihatkan pada tabel 5.21.

**Tabel 5.21 Analisis Anova Kandungan Serat Kasar Tiwul Instant**

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Perlakuan	0,220	4	5,492 E-02	462,236	0,000
Galat	2,376 E-03	20	1,188 E-04		
Total	0,222	24			

Berdasarkan hasil uji Anova *one way* diperoleh nilai uji statistik = 462,236 dan nilai signifikansi (*p*) = 0,000. Jika digunakan  $\alpha = 0,05$  maka  $p < \alpha$ . Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada kandungan serat kasar tiwul instant.

Uji LSD menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada perlakuan T1 dengan T2, T2 dengan T3 dan T3 dengan T4 diperoleh perbedaan nilai *mean* kandungan serat kasar yang tidak signifikan. Perbedaan *mean* terbesar adalah T0 dengan T1 (0,2454), dan terkecil pada T1 dengan T2 (0,0068).

**Tabel 5.22 Perbedaan Nilai *Mean* Serat Kasar Antar Perlakuan**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.Kec.Kc.Tunggak:R.laut)		(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.Kec.Kc.Tunggak:R.laut)		Mean Difference (I-J)	Sig.
Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>	Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>		
T0(100%:0%:0%)	1,3924	T1(80%:18%:2%)	1,6378	-0,2454(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	1,6310	-0,2386(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	1,6234	-0,2310(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	1,6104	-0,2180(*)	0,000
T1(80%:18%:2%)	1,6378	T0(100%:0%:0%)	1,3924	0,2454(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	1,6310	0,0068	0,336
		T3(80%:14%:6%)	1,6234	0,0144(*)	0,050
		T4(80%:12%:8%)	1,6104	0,0274(*)	0,001
T2(80%:16%:4%)	1,6310	T0(100%:0%:0%)	1,3924	0,2386(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	1,6378	-0,0068	0,336
		T3(80%:14%:6%)	1,6234	0,0076	0,283
		T4(80%:12%:8%)	1,6104	0,0206(*)	0,007
T3(80%:14%:6%)	1,6234	T0(100%:0%:0%)	1,3924	0,2310(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	1,6378	-0,0144(*)	0,050
		T2(80%:16%:4%)	1,6310	-0,0076	0,283
		T4(80%:12%:8%)	1,6104	0,0130	0,074
T4(80%:12%:8%)	1,6104	T0(100%:0%:0%)	1,3924	0,2180(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	1,6378	-0,0274(*)	0,001
		T2(80%:16%:4%)	1,6310	-0,0206(*)	0,007
		T3(80%:14%:6%)	1,6234	-0,0130	0,074

\* signifikan pada *p* < 0,05

#### 5.6.4 Kandungan Zat Besi

Hasil analisis anova kandungan zat besi tiwul instant diperlihatkan pada tabel 5.23.

**Tabel 5.23 Analisis Anova Kandungan Zat Besi Tiwul Instan**

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Perlakuan	2,326	4	0,581	15196,163	0,000
Galat	7,652E-04	20	3,826 E-05		
Total	2,326	24			

Berdasarkan hasil uji Anova *one way* diperoleh nilai uji statistik = 15196,163 dan nilai signifikansi (*p*) = 0,000. Jika digunakan  $\alpha = 0,05$  maka  $p < \alpha$ . Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada kandungan besi tiwul instant. Uji LSD menunjukkan setiap perlakuan memberikan perbedaan *mean* kandungan besi yang signifikan. Semakin tinggi konsentrasi tepung kecambah kacang tumbuk yang digunakan maka kandungan besi tiwul instant semakin besar.

**Tabel 5.24 Perbedaan Nilai *Mean* Zat Besi Antar Perlakuan**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.Tunggak:R.laut)		(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.Tunggak:R.laut)		Mean Difference (I-J)	Sig.
Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>	Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>		
T0(100%:0%:0%)	0,61300	T1(80%:18%:2%)	1,48540	-0,87240(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	1,38200	-0,76900(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	1,27740	-0,66440(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	1,16620	-0,55320(*)	0,000
T1(80%:18%:2%)	1,48540	T0(100%:0%:0%)	0,61300	0,87240(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	1,38200	0,10340(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	1,27740	0,20800(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	1,16620	0,31920(*)	0,000
T2(80%:16%:4%)	1,38200	T0(100%:0%:0%)	0,61300	0,76900(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	1,48540	-0,10340(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	1,27740	0,10460(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	1,16620	0,21580(*)	0,000
T3(80%:14%:6%)	1,27740	T0(100%:0%:0%)	0,61300	0,66440(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	1,48540	-0,20800(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	1,38200	-0,10460(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	1,16620	0,11120(*)	0,000
T4(80%:12%:8%)	1,16620	T0(100%:0%:0%)	0,61300	0,55320(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	1,48540	-0,31920(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	1,38200	-0,21580(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	1,27740	-0,11120(*)	0,000

\* signifikan pada *p* < 0,05

### 5.6.5 Kandungan Yodium

Hasil analisis anova kandungan zat besi tiwul instant diperlihatkan pada tabel 5.25.

**Tabel 5.25 Analisis Anova Kandungan Yodium Tiwul Instan**

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Perlakuan	1,632 E-02	4	4,080 E-03	3019,737	0,000
Galat	2,702 E-05	20	1,351 E-05		
Total	1,635 E-02	24			

Berdasarkan hasil uji Anova *one way* diperoleh nilai uji statistik = 3019,737 dan nilai signifikansi (*p*) = 0,000. Jika digunakan  $\alpha = 0,05$  maka  $p < \alpha$ . Hal ini menunjukkan

terdapat perbedaan nyata pada kandungan yodium tiwul instant. Uji LSD menunjukkan setiap perlakuan memberikan perbedaan *mean* kandungan yodium yang signifikan. Perbedaan *mean* yodium antar perlakuan dari hasil uji LSD secara jelas dapat dilihat pada tabel 5.26.

**Tabel 5.26 Perbedaan Nilai *Mean* Yodium Antar Perlakuan**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.Tunggak:R.laut)		(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.Tunggak:R.laut)		Mean Difference (I-J)	Sig.
Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>	Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>		
T0(100%:0%:0%)	0,00000	T1(80%:18%:2%)	0,02604	-0,026040(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,04156	-0,041560(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,05750	-0,057520(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,74060	-0,074060(*)	0,000
T1(80%:18%:2%)	0,02604	T0(100%:0%:0%)	0,00000	0,026040(**)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,04156	-0,015520(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,05750	-0,031480(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,74060	-0,048020(*)	0,000
T2(80%:16%:4%)	0,04156	T0(100%:0%:0%)	0,00000	0,041560(**)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	0,02604	0,015520(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,05750	-0,015960(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,74060	-0,032500(*)	0,000
T3(80%:14%:6%)	0,05750	T0(100%:0%:0%)	0,00000	0,057520(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	0,02604	0,031480(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,04156	0,015960(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	0,74060	-0,016540(*)	0,000
T4(80%:12%:8%)	0,07406	T0(100%:0%:0%)	0,00000	0,074060(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	0,02604	0,048020(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	0,04156	0,032500(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	0,05750	0,016540(*)	0,000

\* signifikan pada  $p < 0,05$

### 5.6.6 Kadar Air

Hasil analisis anova kadar air tiwul instan diperlihatkan pada tabel 5.27.

**Tabel 5.27 Analisis Anova Kadar Air Tiwul Instan**

	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Perlakuan	1,013	4	0,253	162,400	0,000
Galat	0,031	20	0,002		
Total	1,045	24			

Berdasarkan hasil uji Anova *one way* diperoleh nilai uji statistik = 162,400 dan nilai signifikansi ( $p$ ) = 0,000. Jika digunakan  $\alpha = 0,05$  maka  $p < \alpha$ . Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada kadar air tiwul instant.

Hasil uji LSD menunjukkan setiap perlakuan memberikan perbedaan *mean* kadar air yang signifikan. Semakin tinggi konsentrasi rumput laut yang digunakan maka kadar air tiwul instant semakin besar. Perbedaan *mean* kadar air antar perlakuan dari hasil uji LSD secara jelas dapat dilihat pada tabel 5.288.

**Tabel 5.28 Perbedaan Nilai *Mean* Kadar Air Antar Perlakuan**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.Tunggak:R.laut)		(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.Tunggak:R.laut)		Mean Difference (I-J)	Sig.
Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>	Perlakuan	Nilai <i>Mean</i>		
T0(100%:0%:0%)	6,680	T1(80%:18%:2%)	6,4960	-0,2280(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	6,6280	-0,3600(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	6,7160	-0,4480(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	6,8600	-0,5920(*)	0,000
T1(80%:18%:2%)	6,4960	T0(100%:0%:0%)	6,2680	0,2280(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	6,6280	-0,1320(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	6,7160	-0,2200(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	6,8600	-0,3640(*)	0,000
T2(80%:16%:4%)	6,6280	T0(100%:0%:0%)	6,2680	0,3600(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	6,4960	0,1320(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	6,7160	-0,0880(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	6,8600	-0,2320(*)	0,000
T3(80%:14%:6%)	6,7160	T0(100%:0%:0%)	6,2680	0,4480(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	6,4960	0,2200(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	6,6280	0,0880(*)	0,000
		T4(80%:12%:8%)	6,8600	-0,1440(*)	0,000
T4(80%:12%:8%)	6,8600	T0(100%:0%:0%)	6,2680	0,5920(*)	0,000
		T1(80%:18%:2%)	6,4960	0,3640(*)	0,000
		T2(80%:16%:4%)	6,6280	0,2320(*)	0,000
		T3(80%:14%:6%)	6,7160	0,1440(*)	0,000

\* signifikan pada  $p < 0,05$

### 5.6.7 Organoleptik Warna

Hasil analisis *Friedman Two Way Anova* menunjukkan ada perbedaan nyata antar perlakuan ( $p = 0,000 < \alpha = 0,05$ ). Uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* terhadap warna tiwul (tabel 5.29), menunjukkan bahwa tiwul T0 tidak berbeda nyata dengan T4 tetapi tiwul T0 dan T4 berbeda nyata dengan T1, T2, dan T3. Tiwul T1 tidak berbeda nyata dengan T2 tetapi berbeda nyata dengan T3 dan T4, sedangkan tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T3.

**Tabel 5.29 Wilcoxon Signed Ranks Test Warna Tiwul**

	Perlakuan 1(T1) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Kontrol (T0)	Perlakuan 3(T3) Kontrol (T0)	Perlakuan 4(T4) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Perlakuan 4(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 3(T3)
Z	-3.385(a)	-3.357(a)	-2.667(a)	-5.579(a)	-1.633(b)	-2.309(b)	-3.384(b)	-1.265(b)	-3.169(b)	-2.303(b)
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	.001	.008	.592	.102	.021	.001	.206	.002	.021

### 5.6.8 Organoleptik Aroma

Hasil analisis *Friedman Two Way Anova* menunjukkan ada perbedaan nyata antar perlakuan ( $p = 0,000 < \alpha = 0,05$ ). Uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* terhadap aroma tiwul (tabel 5.30) menunjukkan bahwa tiwul T0 (kontrol) tidak berbeda nyata dengan T4 (komplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 6 % rumput laut), tetapi tiwul T0 dan T4 berbeda nyata dengan T1, T2, dan T3. Tiwul T1 tidak berbeda nyata dengan T2 dan T3 begitu juga dengan T2 terhadap T3.

**Tabel 5.30 Wilcoxon Signed Ranks Test Aroma Tiwul**

	Perlakuan 1(T1) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Kontrol (T0)	Perlakuan 3(T3) Kontrol (T0)	Perlakuan 4(T4) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 3(T3)
Z	-3.483(a)	-3.056(a)	-3.229(a)	-1.539(a)	-1.905(b)	-1.577(b)	-3.542(b)	-1.447(a)	-3.392(b)	-3.819(b)
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.002	.001	.124	.366	.564	.000	.655	.001	.000

### 5.6.9 Organoleptik Rasa

Hasil analisis *Friedman Two Way Anova* menunjukkan ada perbedaan nyata antar perlakuan ( $p = 0,000 < \alpha = 0,05$ ). Uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* (tabel 5.31) terhadap rasa tiwul menunjukkan bahwa tiwul T0 (kontrol) berbeda nyata terhadap tiwul T1, T2, T3 dan T4. Tiwul T1 berbeda nyata dengan T3 dan T4. Tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T1 dan T3 tapi berbeda nyata terhadap T4, sedangkan T3 berbeda nyata dengan T4. Tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T1 dan T3.

**Tabel 5.31 Wilcoxon Signed Ranks Test Rasa Tiwul**

	Perlakuan 1(T1) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Kontrol (T0)	Perlakuan 3(T3) Kontrol (T0)	Perlakuan 4(T4) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 3(T3)
Z	-3.094(a)	-2.738(a)	-2.357(a)	-2.673(b)	-1.387(b)	-2.179(b)	-3.810(b)	-1.265(b)	-3.438(b)	-3.601(b)
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	.006	.018	.008	.166	.029	.000	.206	.001	.000

### 5.6.10 Organoleptik Tekstur/Kekenyalan

Hasil analisis *Friedman Two Way Anova* menunjukkan ada perbedaan nyata antar perlakuan ( $p = 0,000 < \alpha = 0,05$ ). Uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* terhadap tekstur tiwul (tabel 5.32) menunjukkan bahwa tiwul T0 (kontrol) berbeda nyata terhadap tiwul T1, T2, dan T3, tetapi tidak berbeda nyata dengan T4. Tiwul T1 berbeda nyata dengan T2, T3 dan T4. Tekstur tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T3 tapi berbeda nyata terhadap T4, sedangkan T3 berbeda nyata dengan T4.

**Tabel 5.32 Wilcoxon Signed Ranks Test Tekstur/Kekenyalan Tiwul**

	Perlakuan 1(T1) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Kontrol (T0)	Perlakuan 3(T3) Kontrol (T0)	Perlakuan 4(T4) Kontrol (T0)	Perlakuan 2(T2) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 3(T3) Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 4(T4) Perlakuan 3(T3)
Z	-3.524(a)	-3.386(a)	-2.372(a)	-4.71(a)	-1.807(b)	-2.977(b)	-3.602(b)	-1.615(b)	-3.491(b)	-2.517(b)
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.001	.018	.637	.071	.003	.000	.106	.000	.012

### 5.7 Nilai Ekonomi Tiwul Instan

**Tabel 5.23 Perkiraan Analisis Ekonomi Usaha Pembuatan Tiwul Komplementasi Rumput Laut dan Tepung Kecambah Kacang Tunggak Perlakuan Terbaik (Perlakuan T4)**

No	Rincian	Nilai Total (Rp)
A.	<b>Harga Bahan Baku:</b> 1 kg ubi kayu 1 kg kacang tunggak 250 g rumput laut kering	700,- 3500,- 2500,-



<b>B</b>	<b>Rincian Bahan Baku:</b> 1 kg ubi kayu = 420 g tepung ubi kayu 1 kg kacang tunggak = 1,660 kg kcmbh keng tunggak 1,660 kg kecambah = 380 g tepung kecambah Rumput laut mampu mengembang 8 kali dari berat semula setelah dilakukan perendaman selama 8 jam. Jadi diperkirakan: 100 g rumput laut kering = 800 g rumput laut basah	
<b>C</b>	<b>Kebutuhan Bahan Baku untuk Tiwul:</b> 100 g adonan tiwul (Formula T4) terdiri dari: 80 g tepung ubi kayu terfermentasi 12 g tepung kecambah kacang tunggak 8 g rumput laut basah 100 g adonan tiwul mentah = 150 g tiwul basah = 85 g tiwul kering <b>Kebutuhan Bahan Baku untuk ± 1,7 kg (85g x 20 sachet) Tiwul Instant:</b> 2000 g adonan tiwul mentah terdiri dari: 1600 g tepung ubi kayu terfermentasi = 4 kg ubi kayu 240 g tepung kecambah kacang tunggak = 1 kg kacang tunggak 160 g rumput laut basah = 5 g rumput laut kering	
		2800,-
		2200,-
		200,-
	<b>Jumlah</b>	5200,-
<b>D</b>	<b>Biaya Proses Kapasitas Produksi 8,5 kg (5 kali)</b> <b>Tiwul Instant:</b> Tenaga kerja 1 orang @ Rp.12.000/hari Minyak tanah 1 liter Rp.1000,- Listrik Air	
		12.000,-
		1.000,-
		2.000,-
		2.000,-
	<b>Jumlah</b>	17.000,-
<b>E</b>	<b>Biaya Bahan Baku (8,5 kg tiwul instant )+ Biaya Proses</b> (Rp 5.200 x 5) = Rp 26.000,- + Rp 17.000,-	43.000,-
<b>F</b>	<b>Penjualan Tiwul Instant:</b> 1 kg tiwul instant Rp. 6000,- 8,5 kg tiwul instant = Rp 43.000,- + 2.500,- (85 g tiwul instant = Rp 455,-)	45.500,-
<b>G</b>	<b>Keuntungan untuk produksi 8,5 kg tiwul instant:</b> Penjualan tiwul – (Biaya bahan baku + Biaya proses) Rp. 45.500,- – Rp. 43.000,-	2.500,-

Berdasarkan perhitungan kasar analisis ekonomi pembuatan tiwul instant dari tepung ubi kayu terfermentasi dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut diketahui bahwa 1 kg tiwul instant memiliki nilai jual sebesar Rp. 6000,- dan tiap 85 g tiwul instant (setara dengan 150 g tiwul basah) memiliki nilai jual sebesar Rp 455,-.



## BAB 6

### PEMBAHASAN

#### 6.1 Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (*Gari*)

Bahan baku utama pembuatan tiwul instant pada penelitian ini adalah tepung ubi kayu yang diperlakukan terlebih dahulu menjadi produk yang disebut gari. Ubi kayu sebelum diproses, dianalisa kandungan HCN-nya terlebih dahulu dan dari hasil analisa diketahui bahwa ubi kayu yang digunakan dalam penelitian tergolong cukup beracun dimana rata-rata kandungan HCN-nya adalah 50,33 mg/kg.

##### 6.1.1 Kandungan HCN Tepung Ubi Kayu Terfermentasi (*Gari*)

Perbandingan terhadap hasil analisa HCN antara tepung ubi kayu non fermentasi dengan tepung ubi kayu terfermentasi menunjukkan bahwa proses fermentasi mempunyai peran untuk menurunkan kadar HCN tepung ubi kayu menjadi lebih rendah. Fermentasi adalah proses yang efisien untuk mengurangi kandungan sianogen dalam kasava (ubi kayu) dimana rata-rata penurunannya sebesar 95-100 % (Ayernor 1985; Ezeala and Okoro 1986; Bokanga *et al.* 1990).

Mekanisme penurunan (detoksifikasi) kandungan HCN pada ubi kayu dapat dijelaskan sebagai berikut. Saat jaringan ubi kayu dirusak dan struktur sel dikacaukan (oleh pemotongan dan pemanasan) linamarin dan lotaustralin (dua glukosida sianogenik yang dihasilkan oleh ubi kayu) akan keluar dari vakuola dan kontak dengan enzim linamerase pada dinding sel dan didegradasi.

Degradasi linamarin membentuk aseton sianohidrin dan glukosa. Pada pH 5, aseton sianohidrin secara spontan akan terdekomposisi menjadi aseton dan HCN. HCN yang terbentuk akan dilepaskan ke udara karena proses penguapan oleh panas (suhu penguapan

HCN adalah 25,7°C). Selama proses pemerasan (penghilangan air), beberapa sianida terlarut dan asam organik akan hilang.

Perusakan ini dapat juga dikatalisa oleh enzim hydroxinitrile lyase (HNL) yang juga ada dalam ubi kayu pada pH 3,5 - 6,0 (lihat gambar 6.1).

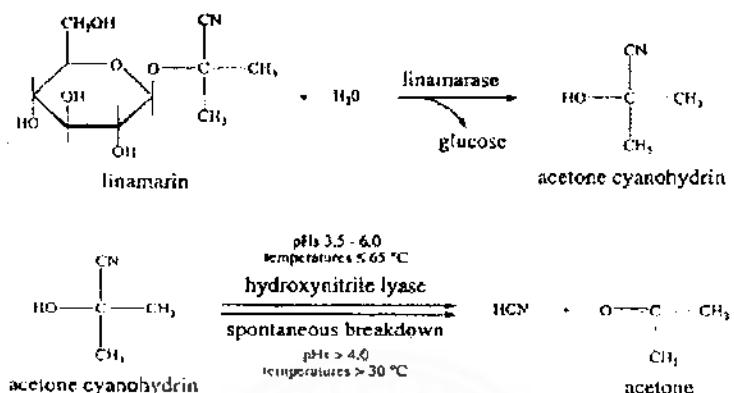


Fig. 1. Cyanogenesis from linamarin.

### Gambar 6.1 Sianogenesis Dari Linamarin

Sumber: Anonimous (2002)

Proses fermentasi membantu menurunkan kadar HCN karena enzim yang diproduksi oleh usus bakteri selama proses fermentasi, juga merusak glukosida sianogenik (Speijers, 1993 dalam Nweke, 1996). *Corynebacterium* menghidrolisa pati menjadi gula yang kemudian dimetabolisasi menjadi asam organik yang akan menghidrolisa glukosida sianogenik dan melepaskan HCN (Bruisma, *et al*, 1983). Semakin banyak glukosida sianogenik yang dapat dihidrolisa maka lebih banyak HCN yang dapat teruapkan saat pemanasan.

#### 6.1.2 Kandungan Protein

Berdasarkan analisa bahan awal diketahui bahwa kandungan protein tepung ubi kayu terfermentasi dibandingkan dengan tepung ubi kayu non fermentasi dari bahan ubi kayu yang sama lebih tinggi yaitu 2,030 %. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Okigbo (2004) bahwa fermentasi pada ubi kayu memperkaya protein.

Peningkatan kandungan protein pada tepung ubi kayu terfermentasi mungkin disebabkan karena adanya peran beberapa mikroorganisme pada saat proses fermentasi berlangsung, yang dapat menghasilkan asam amino dari mineral nitrogen.

Menurut Brock et al (1984) dalam Sastrodipuro (1993), nitrogen dibutuhkan mikroorganisme dalam pembentukan asam amino, purin, dan biosintesa pirimidin. Nitrogen dapat diperoleh mikroba dalam bentuk anorganik / organik. Sumber nitrogen anorganik biasanya adalah sianida, sianat, thiosianat, sianamida, nitrit dan hidroksilamin.

Penelitian lebih lanjut terhadap jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi tepung ubi kayu perlu dilakukan untuk mengetahui lebih dalam pengaruhnya terhadap hasil fermentasi tepung ubi kayu (gari) terutama kandungan gizinya.

## 6.2 Tepung Kecambah Kacang Tunggak

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) termasuk keluarga kacang-kacangan yang berkulit keras. Komoditas ini belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan selain karena berkulit keras sehingga menyulitkan dalam pengolahan juga mengandung senyawa anti nutrisi dan aroma yang kurang disukai (Supriyanto, 1998). Untuk membantu mengatasi kendala tersebut maka dilakukan proses perkecambahan yang dilanjutkan dengan proses penepungan. Proses penepungan dilakukan selain karena kecambah kacang tunggak berukuran relatif besar sehingga tidak menarik untuk dikonsumsi secara langsung, juga ditujukan untuk mempermudah proses pencampuran bahan baku.

Selama perkecambahan, terjadi peningkatan aktivitas enzim endogen yang memecah cadangan makanan dalam kotiledon yang berupa karbohidrat, protein, lemak dan beberapa senyawa kompleks seperti fitat-protein-mineral (Mallette dkk, 1960 dalam Supriyanto, 1998). Menurut Ebrahim dalam Marero dkk (1988), selama perkecambahan

terjadi perombakan pati secara enzimatis menjadi dekstro-maltosa, hal ini berpengaruh terhadap pemekaran atau pengembangan volume dan kekentalan pasta atau bubur dari tepung kecambah. Akibat penurunan pemekaran ini, maka nilai nutrisi pasta kecambah menjadi lebih besar untuk setiap satuan volume pasta, dan hal ini sangat bermanfaat bagi makanan bayi.

Hasil analisa laboratorium terhadap tepung kecambah kacang tunggak yang digunakan pada penelitian ini diketahui bahwa kandungan proteinnya sebesar 22,840 %, lemak sebesar 1,260 %, serat kasar sebesar 2,72 %, besi sebesar 5,710 mg/100g dan kandungan yodium sebesar 0,057 mg/100g.

### **6.3 Kandungan Gizi Tiwul Instant**

#### **6.3.1 Kandungan Protein**

Hasil pengamatan terhadap rata-rata protein tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dengan rumput laut diperoleh kandungan protein tiwul instant antara 4,062 – 5,296%.

Tiwul tanpa komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut (T0) memiliki kandungan protein yang kecil yaitu rata-rata sebesar 1,880 %. Hal ini disebabkan kandungan protein ubi kayu kecil karena sebagaimana yang diungkapkan oleh Okigbo (2004), ubi kayu termasuk bahan pangan yang miskin protein.

Kandungan protein terbesar dimiliki oleh perlakuan T1 (tiwul instant dengan penambahan 18 % tepung kecambah kacang tunggak dan 2 % rumput laut) yaitu sebesar 5,296 %, sedangkan kandungan protein terkecil terdapat pada perlakuan T4 (tiwul instant dengan komplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 8 % rumput laut) yaitu sebesar 4,062 %.

Pada satuan total gram yang sama yaitu 20% untuk komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut diketahui bahwa semakin rendah konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak maka kandungan protein tiwul instant semakin kecil, walaupun konsentrasi rumput laut semakin besar. Hal ini terjadi karena sumbangan protein terbesar diberikan oleh tepung kecambah kacang tunggak, sedangkan rumput laut memiliki kandungan protein yang rendah.

### 6.3.2 Kandungan Lemak

Hasil pengamatan terhadap lemak tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dengan rumput laut diperoleh kandungan lemak tiwul instant antara 0,3752 - 0,4284%.

Tepung kecambah kacang tunggak pada analisa bahan awal diketahui memiliki kandungan lemak lebih besar (1,260 %) bila dibandingkan dengan rumput laut (0,380 %), sehingga sumbangan lemak terbesar diberikan oleh tepung kecambah kacang tunggak.

Kandungan lemak pada perlakuan T4 (komplementasi tepung kecambah kacang tunggak 12 % dan rumput laut sebesar 8 %) lebih kecil dari T0 (100 % tepung ubi kayu terfermentasi). Hal ini disebabkan karena rumput laut mampu meningkatkan kemampuan pengikatan air, sebagaimana yang diungkapkan oleh Winarno (1996), bahwa rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan sumber kappa karaginan yang merupakan senyawa hidrokoloid, dan menurut Fennema (1976) dalam Anggrahini (1994), senyawa hidrokoloid adalah hidrofilik (bersifat menarik air). Hal ini mengakibatkan jumlah air yang diserap oleh bahan semakin besar. Menurut Ketaren (1986), terdapatnya sejumlah air dalam lemak menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisa, dimana lemak akan dirubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Semakin besar kandungan air bahan, maka

semakin banyak lemak yang terhidrolisa, sehingga kandungan lemak mengalami penurunan.

Metode Soxhlet yang digunakan dalam analisa lemak ini menurut Sudarmadji (1996) memberikan nilai kadar lemak kasar bahan, jadi asam lemak bebas tidak dianalisa oleh metode ini. Nilai asam lemak bebas menurut Sudarmadji (1996) ditentukan dengan metode tersendiri yaitu penentuan angka asam

Uji LSD menunjukkan bahwa tidak semua kandungan lemak tiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada perlakuan T0 dengan T3 diperoleh perbedaan nilai *mean* kandungan lemak yang tidak signifikan. Kandungan lemak tiwul instant perlakuan T3 (komplementasi tepung kecambah kacang tunggak 14 % dan rumput laut sebesar 6 %) walaupun lebih besar dari T0 (100 % tepung ubi kayu terfermentasi tanpa komplementasi) memiliki perbedaan *mean* hanya sebesar 0,00060 dengan perlakuan T0.

Pada perlakuan T3, walaupun konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak cukup besar (14 %) namun karena kandungan rumput lautnya juga cukup besar (6 %) maka jumlah air yang diserap masih lebih besar dari perlakuan T0 yang tanpa rumput laut sehingga kandungan lemak tiwul instant T3 dengan T0 tidak berbeda nyata. Semakin besar kandungan air bahan maka jumlah lemak yang terhidrolisa semakin besar.

### 6.3.3 Kandungan Serat Kasar

Hasil pengamatan terhadap serat kasar tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dengan rumput laut diperoleh kandungan serat kasar tiwul instant antara 1,6104 – 1,6378 %.

Hasil analisa terhadap tiwul instant terkomplementasi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak yang ditambahkan, kandungan serat

kasar tiwul instant semakin besar. Hasil uji terhadap bahan baku awal diketahui bahwa tepung kecambah kacang tunggak memiliki kandungan serat kasar sedikit lebih besar (2,72 %) daripada rumput laut (2,30 %).

Uji LSD menunjukkan bahwa tidak semua kandungan serat kasar tiwul instant pada tiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada perlakuan T1 dengan T2, T2 dengan T3 dan T3 dengan T4 diperoleh perbedaan nilai *mean* kandungan serat kasar yang tidak signifikan. Kandungan serat kasar tiwul instant terkomplementasi pada tiap perlakuan yang tidak berbeda nyata disebabkan karena selain kandungan serat kasar rumput laut sedikit lebih kecil dari tepung kecambah kacang tunggak, konsentrasi rumput laut yang diberikan pada tiap perlakuan tidak memiliki rentang yang besar (selisih 2 % pada tiap perlakuan). Hasil uji LSD menunjukkan bahwa perlakuan yang memiliki kadar rumput laut selisih 2 % memberikan perbedaan nilai *mean* yang tidak signifikan yaitu T1 dengan T2 (2% dengan 4%), T2 dengan T3 (4 % dengan 6 %) dan T3 dengan T4 (6 % dengan 8 %). Semakin besar kandungan serat kasar bahan yang ditambahkan maka semakin tinggi kandungan serat kasar tiwul yang dihasilkan.

#### **6.3.4 Kandungan Besi**

Hasil pengamatan terhadap besi tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dengan rumput laut diperoleh kandungan besi tiwul instant antara 1,1662 – 1,4854 mg / 100 g bahan.

Rata-rata kandungan besi terbesar yaitu 1,4854 mg/100 g dimiliki oleh perlakuan T1 yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 %, sedangkan kandungan besi terkecil (1,1662 mg / 100 g) terdapat pada perlakuan T4, yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8 %.

Analisa terhadap bahan awal menunjukkan bahwa tepung kecambah kacang tunggak memiliki kandungan besi lebih besar yaitu 5,710 mg / 100 g daripada tepung ubi kayu terfermentasi (0,630 mg / 100 g) dan rumput laut (0,170 mg / 100 g), sehingga sumbangan besi terbesar diberikan oleh tepung kecambah kacang tunggak. Semakin besar konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak yang ditambahkan maka semakin besar kandungan besi tiwul instant.

### 6.3.5 Kandungan Yodium

Hasil pengamatan terhadap yodium tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dengan rumput laut diperoleh kandungan yodium tiwul instant antara 0,02604 – 0,07406 mg / 100 g bahan.

Kandungan yodium terbesar dimiliki oleh perlakuan T4 (0,07406 mg /100 g) yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8 %, sedangkan kandungan yodium terkecil terdapat pada perlakuan T1, yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 %.

Analisa terhadap bahan awal menunjukkan bahwa rumput laut *Eucheuma cottonii* memiliki kandungan yodium lebih besar daripada tepung ubi kayu terfermentasi. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Winarno (1992) bahwa makanan-makanan dari laut dan ganggang laut merupakan sumber yodium yang penting (rumput laut *Eucheuma cottonii* termasuk jenis ganggang merah), sedangkan biji-bijian dan kacang-kacangan pada umumnya mengandung sangat sedikit yodium. Semakin besar rumput laut yang ditambahkan maka kandungan yodium tiwul akan makin besar pula.

#### 6.4 Kadar Air Tiwul Instant

Kadar air merupakan salah satu penentu apakah suatu produk dalam bentuk kering tahan lama disimpan atau tidak. Menurut Winarno (1982), produk bubuk tahan disimpan lama apabila kadar airnya berkisar antara 3 – 7 %.

Hasil pengamatan terhadap kadar air tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dengan rumput laut diperoleh kadar air tiwul instant antara 6,268 – 6,860 %, masih memenuhi batas maksimum kadar air yang aman.

Pada tiwul terkomplementasi, kadar air terbesar dimiliki oleh perlakuan T4 yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 12 % dan rumput laut sebesar 8 %, sedangkan kadar air terkecil terdapat pada perlakuan T1, yaitu tiwul dengan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak sebesar 18 % dan rumput laut sebesar 2 %.

Hal ini disebabkan rumput laut mampu meningkatkan pengikatan air dan meningkatkan viskositas tiwul karena rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan bahan hidrokoloid yang bersifat menarik air.

Pada suhu dan waktu pengeringan yang sama, jumlah air yang teruapkan dari tiwul yang mengandung rumput laut dalam jumlah besar akan lebih sedikit karena viskositas tiwul makin besar sehingga penguapan air semakin sulit.

#### 6.5 Organoleptik Tiwul Instant

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui apakah produk tiwul instant yang dihasilkan bisa diterima atau tidak oleh konsumen atau tidak dengan menggunakan metode skala hedonik. Uji organoleptik pada tiwul instant dari ubi kayu fermentasi ini dilakukan setelah tiwul instant dikukus selama 5 menit.

### 6.5.1 Warna

Warna merupakan atribut mutu yang pertama kali secara visual dapat diketahui oleh konsumen. Melalui warna inilah biasanya konsumen pertama kali menentukan pilihannya terhadap suatu produk makanan. Konsumen dapat memberikan suatu penilaian baik mengenai kualitas maupun kesukaan terhadap suatu jenis makanan. Makanan yang dinilai enak, bergizi dan bertekstur baik belum tentu akan disukai apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan menyimpang dari warna aslinya (Winarno, 1992).

Melalui alasan yang diberikan oleh para panelis pada uji organoleptik warna tiwul diketahui bahwa tiwul yang disukai oleh panelis adalah yang berwarna kecoklatan cerah dan tampak berkilau (bening) karena lebih menarik dan terlihat bersih bila dibandingkan dengan tiwul yang berwarna coklat tua dan buram.

Pada proses pembuatan *tiwul* yaitu pada saat pematangan (proses pengukusan suhu  $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ), terjadi gelatinisasi pati (pembengkakan granula pati). Menurut Haryadi (1995) suhu gelatinisasi tapioka (pati ubi kayu)  $49 - 64^{\circ}\text{C}$ . Pemanasan di atas suhu penggelatinan mengakibatkan penggembungan butiran pati lebih lanjut, menjadi kental dan bening (deMan, 1997).

Nilai modus tertinggi dan *mean rank* tertinggi pada uji organoleptik warna yaitu 4 (menyukai) dimiliki oleh kontrol yaitu tiwul dari 100 % tepung ubi kayu terfermentasi tanpa komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut, karena terlihat lebih terang, jernih dan mengkilat. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Xu dan Seib (1993), bahwa tepung tapioka bila dimasak tampak jernih dengan permukaan yang mengkilat.

Berdasarkan hasil uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* terhadap warna tiwul diketahui bahwa tiwul T0 tidak berbeda nyata dengan T4 tetapi tiwul T0 dan T4 berbeda nyata dengan T1, T2, dan T3.

Pati ubi kayu (tapioka) merupakan salah satu jenis senyawa hidrokoloid (Ketaren, 1986). Karagenan yang terkandung dalam rumput laut *Eucheuma cottonii* juga termasuk salah satu jenis senyawa hidrokoloid, sehingga kandungan pati ubi kayu yang berkurang karena adanya komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dapat digantikan oleh karagenan dari rumput laut.

Bahan hidrokoloid bersifat menarik air, selain itu karaginan dapat berfungsi sebagai pengemulsi. Menurut Hartomo dan Widiatmoko (1993), pengemulsi dapat berfungsi mengurangi tegangan permukaan antara cairan dan padatan sehingga cairan cepat dan merata penyebarannya. Penurunan tegangan permukaan cairan ini akan mempermudah adsorpsi cairan oleh tepung, sehingga proses pematangan *tiwul* berlangsung sempurna karena butir-butir tepung tergelatinasi secara sempurna. Menurut Nuraini dan Budiono (2001), proses pematangan yang sempurna akan menyebabkan tiwul tampak berkilau dan menarik.

Nilai modus terendah (dimiliki oleh tiwul T1 karena menurut panelis warna tiwul T1 lebih coklat dan tampak buram. Hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi pencoklatan (reaksi *Maillard*) pada tiwul, dan gelatinisasi tepung yang tidak sempurna.

Tepung kecambah kacang tunggak memiliki kandungan protein lebih tinggi daripada rumput laut sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak maka semakin tinggi kandungan protein tiwul. Menurut Winarno (1992), reaksi *Maillard* adalah reaksi antara karbohidrat dengan gugus amino primer dari protein. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat. Semakin tinggi kandungan protein

bahan maka semakin banyak gugus amino dari protein yang bereaksi dengan karbohidrat, sehingga warna semakin coklat.

Gelatinisasi yang tidak sempurna mengakibatkan proses pematangan tiwul juga tidak sempurna. Menurut Nuraini dan Budiono (2001), proses pematangan yang tidak sempurna menyebabkan banyak dijumpai butir-butir yang bersifat buram/tidak berkilau. Butir-butir tiwul yang tidak tergelatinisasi dengan sempurna akan menyebabkan konsistensi tiwul tampak kering sehingga mengurangi penampilan tiwul secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* warna tiwul T1 tidak berbeda nyata dengan T2 tetapi berbeda nyata dengan T3 dan T4, sedangkan tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T3. Hal ini kemungkinan disebabkan karena konsentrasi rumput laut sebesar 2 % pada T1 dan 4 % pada T2 tidak memberikan perubahan yang mencolok pada warna tiwul sehingga sulit dibedakan, begitu juga pada T2 dengan T3. Pada tiwul T1 dengan T3 dan T4, perbedaan konsentrasi rumput laut sudah memberikan perubahan yang tampak.

Warna tiwul yang paling disukai oleh panelis adalah tiwul T0 (kontrol) karena lebih putih, sehingga terlihat lebih bersih dibandingkan dengan tiwul perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena kandungan protein T0 sangat kecil sehingga reaksi pencoklatan yang terjadi juga lebih sedikit.

### 6.5.2 Aroma

Peranan aroma dalam menentukan kualitas suatu bahan pangan sangat penting seperti halnya warna. Konsumen akan menyukai suatu bahan pangan jika mempunyai aroma khas yang tidak menyimpang dari aroma normal (Winarno, 1992)

Nilai modus tertinggi dan *mean rank* tertinggi pada uji organoleptik aroma yaitu 4 (menyukai) dimiliki oleh kontrol yaitu tiwul dari 100 % tepung ubi kayu terfermentasi tanpa komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut. Hal ini disebabkan karena aroma tiwul tidak bercampur dengan aroma tepung kecambah kacang tunggak (yang lebih tajam).

Berdasarkan hasil uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* terhadap aroma tiwul diketahui bahwa tiwul T0 (kontrol) tidak berbeda nyata dengan T4 (komplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 6% rumput laut), tetapi tiwul T0 dan T4 berbeda nyata dengan T1, T2, dan T3. Menurut Winarno (1992), viskositas bahan dapat mengubah aroma yang timbul karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan. Semakin kental suatu bahan intensitas aroma semakin berkurang.

Tiwul T1 tidak berbeda nyata dengan T2 dan T3 begitu juga dengan T2 terhadap T3. Hal ini kemungkinan disebabkan karena konsentrasi rumput laut sebesar 2 % pada T1, 4 % pada T2 dan 6 % pada T3 tidak memberikan perubahan aroma yang kuat antar ketiga tiwul sehingga sulit dibedakan oleh panelis.

### 6.5.3 Rasa

Rasa suatu jenis makanan merupakan gabungan dari tanggapan cicip, bau, serta kesan-kesan lain seperti pengelihatan dan perabaan. Rasa lebih banyak melibatkan indra lidah dan dapat diketahui melalui kelarutan bahan dalam saliva (Soekarto, 1985).

Panelis pada uji organoleptik rasa tiwul memberikan kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T0 (kontrol), 1–4 (tidak menyukai – menyukai) pada T1 dan T2, kisaran nilai 2 – 4 (kurang menyukai – menyukai) pada tiwul T3, serta kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T4. Nilai uji organoleptik terhadap rasa tiwul dapat dilihat pada tabel 6.12.

Tiwul yang memiliki nilai organoleptik rasa tertinggi yaitu 4 (menyukai) adalah tiwul T4. Berdasarkan hasil uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* (lampiran15) terhadap rasa tiwul diketahui bahwa tiwul T0 (kontrol) berbeda nyata terhadap tiwul T1, T2, T3 dan T4. Tiwul T1 berbeda nyata dengan T3 dan T4. Tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T1 dan T3 tapi berbeda nyata terhadap T4, sedangkan T3 berbeda nyata dengan T4.

Rasa dari tiwul instant dipengaruhi oleh adanya kandungan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut. Protein tepung kecambah kacang tunggak memberikan rasa gurih pada tiwul dan kandungan karagenan rumput laut sebagaimana yang diungkapkan oleh Tranggono (1990) dapat memberikan rasa sentuhan di mulut yang enak. Sifat karagenan yang dapat berfungsi sebagai zat pengemulsi dapat meningkatkan mutu adonan sehingga produk menjadi lunak, tidak berkerak dan tekstur halus (Hartomo dan Widiatmoko, 1993).

Tiwul T1 walaupun nilai gizinya tinggi tetapi tidak disukai oleh panelis. Hal ini disebabkan karena konsentrasi tepung kecambah yang semakin tinggi dan konsentrasi rumput laut yang rendah menyebabkan tepung tidak tergelatinisasi dengan sempurna saat pengukusan, karena kemampuan menyerap airnya semakin berkurang. Hal ini menyebabkan tiwul yang dihasilkan terasa lebih kering dan tidak halus. Tiwul T4 lebih disenangi oleh panelis karena kandungan karagenan dari rumput laut lebih besar daripada tiwul perlakuan lainnya sehingga tekstur tiwul lebih halus, tidak berkerak dan lebih lunak, ditambah dengan sedikit rasa gurih yang diberikan oleh protein tepung kecambah kacang tunggak.

Tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T1 dan T3. Hal ini kemungkinan disebabkan karena konsentrasi rumput laut sebesar 2 % pada T1, 4 % pada T2 dan 6 % pada T3 tidak memberikan perubahan rasa yang kuat antar ketiga tiwul sehingga sulit dibedakan.

#### 6.5.4 Tekstur

Panelis pada uji organoleptik tekstur tiwul memberikan kisaran nilai 1 – 5 (tidak menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T0 (kontrol), 1–4 (tidak menyukai – menyukai) pada T1, T2, dan T3, kisaran nilai 2 – 5 (kurang menyukai – sangat menyukai) pada tiwul T4. Nilai uji organoleptik terhadap tekstur tiwul dapat dilihat pada tabel 6.13.

Berdasarkan hasil uji lanjut *Wilcoxon Signed Ranks Test* terhadap tekstur tiwul diketahui bahwa tiwul T0 (kontrol) berbeda nyata terhadap tiwul T1, T2, dan T3, tetapi tidak berbeda nyata dengan T4. Tiwul T1 berbeda nyata dengan T2, T3 dan T4. Tekstur tiwul T2 tidak berbeda nyata dengan T3 tapi berbeda nyata terhadap T4, sedangkan T3 berbeda nyata dengan T4.

Menurut deMan (1997), pati akar dan umbi membentuk pasta yang jernih dan pada pendinginan hanya membentuk gel lunak. Tekstur/kekenyalan tiwul pada penelitian ini selain dihasilkan oleh kandungan pati tepung ubi kayu juga dipengaruhi oleh konsentrasi rumput laut yang ditambahkan, sebagaimana yang diungkapkan oleh Fardiaz (1989), rumput laut jenis merah (*red seaweed*) seperti jenis *Euchema cottonii* merupakan penghasil karaginan. Karaginan merupakan hidrokoloid. Bahan hidrokoloid mampu berinteraksi dengan air sehingga akan mempengaruhi sifat tekstur olahan yang dibuat (Fardiaz, 1989). Struktur kappa dan iota karagenan memungkinkan bagian dari dua molekul masing-masing membentuk *double helix*s yang mengikat rantai molekul menjadi bentuk jaringan tiga dimensi atau gel (Winarno, 1996).

Semakin besar konsentrasi rumput laut yang ditambahkan maka semakin banyak air yang dapat diabsorbsi sehingga tepung tergelatinisasi dengan baik. Menurut Hartomo dan Widiatmoko (1993), pengemulsi dapat berfungsi mengurangi tegangan permukaan antara cairan dan padatan sehingga cairan cepat dan merata penyebarannya. Penurunan tegangan

permukaan cairan ini akan mempermudah adsorbsi cairan oleh tepung, sehingga proses pematangan tiwul berlangsung sempurna karena butir-butir tepung tergelatinisasi secara sempurna.

Tiwul T1 tidak disukai panelis. Hal ini disebabkan konsentrasi tepung kecambah yang semakin tinggi dan konsentrasi rumput laut yang rendah menyebabkan tepung tidak tergelatinisasi dengan sempurna saat pengukusan, karena kemampuan menyerap airnya semakin berkurang sehingga tiwul yang dihasilkan konsistensinya tidak seragam dan kekenyalannya berkurang. Berbeda dengan tiwul T4, karena kandungan karagenan dari rumput laut yang cukup besar dapat menggantikan fungsi pati pati ubi kayu sehingga konsistensi dan kekenyalan tiwul baik.

## 6.6 Analisis Perlakuan Terbaik

Analisis ini ditujukan untuk menentukan perlakuan mana yang terbaik dari empat pasangan perlakuan komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut pada tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode pembobotan pada analisa zat gizi dan analisa organoleptik.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa tiwul T4 (tiwul dari 80 % ubi kayu terfermentasi dengan komplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 8 % rumput laut) merupakan perlakuan terbaik, disusul dengan T3 (tiwul dari ubi kayu terfermentasi dengan komplementasi 16 % tepung kecambah kacang tunggak dan 4 % rumput laut), kemudian T2 (tiwul dari ubi kayu terfermentasi dengan komplementasi 14 % tepung kecambah kacang tunggak dan 6 % rumput laut) dan yang terakhir adalah tiwul T0 (kontrol)

## 6.7 Perbandingan Nilai Gizi Tiwul Instant dengan Kecukupan Gizi yang Dianjurkan

Rata-rata pemenuhan kecukupan protein tiwul instant bila dikonsumsi 100 g per orang per hari adalah sekitar 7,38 % untuk pria usia 20-45 tahun, 8,4 % untuk wanita usia 20-45 tahun dan 10,9 % untuk anak usia 7-9 tahun.

Rata-rata pemenuhan kecukupan lemak tiwul instant bila dikonsumsi 100 g per orang per hari adalah sekitar 0,48 % untuk pria usia 20-45 tahun, 0,61 % untuk wanita usia 20-45 tahun dan 0,71 % untuk anak usia 7-9 tahun.

Rata-rata pemenuhan kecukupan serat kasar tiwul instant bila dikonsumsi 100 g per orang per hari adalah sekitar 6,44 % untuk pria dan wanita usia 20-45 tahun serta untuk anak usia 7-9 tahun.

Rata-rata pemenuhan kecukupan zat besi tiwul instant bila dikonsumsi 100 g per orang per hari adalah sekitar 8,96 % untuk pria usia 20-45 tahun, 4,48 % untuk wanita usia 20-45 tahun dan 11,66 % untuk anak usia 7-9 tahun.

Rata-rata pemenuhan kecukupan zat yodium tiwul instant bila dikonsumsi 100 g per orang per hari adalah sekitar 49 % untuk pria dan wanita usia 20-45 tahun, dan 46 % untuk anak usia 7-9 tahun.

## 6.8 Nilai Ekonomi Tiwul Instant

Harga tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut ini direncanakan sebesar Rp 6000,00 / kg-nya atau Rp 455,00 / 85 gram tiwul instant (150 g tiwul basah). Harga tiwul instant dari gaplek di pasaran saat ini adalah Rp 5000,00/kgnya. Mengingat kelebihan yang dimiliki (kenampakan dan nilai gizinya) dibandingkan dengan tiwul instant dari gaplek dan pasar konsumen yang dituju yaitu kalangan menengah dan menengah ke atas maka harga tiwul instant komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut ini tidak terlalu mahal.

Untuk kalangan masyarakat yang masih mengkonsumsi ubi kayu sebagai menu makanan utama, tiwul dari ubi kayu terfermentasi komplementasi tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut merupakan alternatif yang baik untuk peningkatan nilai gizi bahan pangan mereka. Harga bahan baku kacang tunggak yang mungkin terlalu tinggi khususnya bagi masyarakat ekonomi menengah ke bawah dan masyarakat yang hidup di lahan kritis dapat diatasi dengan melakukan usaha penanaman sendiri. Hal ini tidak terlalu sulit dilakukan karena seperti yang telah diungkapkan sebelumnya di tinjauan pustaka tanaman kacang tunggak mudah dibudidayakan dan pertumbuhannya cepat. Harga rumput laut kering walaupun sedikit mahal tetapi dapat mengembang sampai 8 kaliya setelah direndam dan kebutuhannya dalam pembuatan tiwul ini tidak terlalu banyak dan saat ini rumput laut mudah didapatkan di pasar-pasar tradisional sehingga tidak terlalu menimbulkan kendala dalam penggunaannya. Pembuatan tiwul yang tidak terlalu sulit memberikan kesempatan bagi mereka untuk membuat tiwul ini sendiri sehingga mengurangi biaya produksi.

#### 6.9 Penyajian Tiwul Instan

Tiwul instan bila akan disajikan harus dikukus dahulu, namun sebelum dilakukan pengukusan tiwul instant disiram dengan air, dan dibiarkan selama 1 menit agar air terserap tiwul, baru kemudian dilakukan proses pengukusan dengan api kecil selama 5 menit. Sewaktu mengukus dapat ditambahkan daun pandan atau aroma pandan, vanili dan aroma lainnya sesuai dengan selera sehingga menambah cita rasa produk, baik untuk digunakan sebagai makanan pokok atau sebagai makanan selingan karena aroma pandan dan vanili sangat familiar bagi masyarakat dan dapat diterima.

Sebagai makanan selingan, setelah dimasak selagi panas dapat ditambahkan parutan kelapa dan dalam penyajian ditambahkan lagi parutan guia merah, dapat juga di

tambahkan parutan keju, selai nanas, selai srikaya, selai kacang, dan selai sejenis sehingga dapat meningkatkan cita rasa dan penerimaan.

Sebagai makanan pokok, tiwul dapat digunakan sebagai simulasi pengganti beras atau nasi. Sewaktu mengukus dapat ditambahkan satu sendok makan santan kelapa kental sehingga tiwul yang terbentuk lebih *gurih*. Tiwul ini dapat dimakan bersama lauk yang biasa digunakan sebagai makanan pendamping nasi seperti ikan bakar, ikan goreng, rendang, dendeng, gulai ayam, opor, semur serta berbagai jenis lauk lainnya. Cara mengkonsumsi sama seperti mengonsumsi nasi sehari-hari.



## BAB 7

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

- (1) Terdapat perbedaan nyata terhadap kandungan protein, lemak, zat besi, yodium, serat kasar dan organoleptik tiwul instant dari ubi kayu terfermentasi tanpa dan dengan penambahan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut.
- (2) Semakin besar konsentrasi tepung kecambah kacang tunggak maka kandungan protein, lemak, zat besi dan serat kasar tiwul semakin besar. Semakin besar konsentrasi rumput laut maka kandungan yodium tiwul instant semakin besar.
- (4) Perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah tiwul instant yang dikomplementasi 12 % tepung kecambah kacang tunggak dan 8 % rumput laut dengan kadar protein 4,062 g/100g; kadar lemak 0,375 g / 100 g; kadar zat besi 1,166 mg / 100 g; kadar yodium sebesar 74,06 µg / 100 g dan serat kasar sebesar 1,610 g / 100 g serta kadar air 6,860 g / 100 g bahan.

#### 7.2 Saran

- (1) Perlu dilakukan sosialisasi pembuatan tiwul dari tepung ubi kayu terfermentasi yang dikomplementasi dengan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut *Eucheuma cottonii* mengingat kelebihan yang diberikan dibandingkan tiwul dari tepung gapek terutama masyarakat yang tinggal di daerah kritis.
- (2) Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap sistem tumpang sari antara ubi kayu dan kacang tunggak sehingga dapat diperoleh hasil terbaik terhadap nilai jual maupun kesuburan tanah olahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah N, 1997. Pengaruh Pemberian Dodol Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap Kadar Iodium dalam Air Seni Anak Sekolah Dasar. Thesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Achadiat CM, 2003. Fitoestrogen untuk Wanita Menopause. Jakarta: Mitra Inti Foundation. <http://situs.kesrepro.info/aging/jul/2003/ag01.htm>.
- Afrianto E dan Liviawati E, 1993. **Budi Daya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya**. Jakarta: Bharata
- Anggrahini S., 1994. **Kajian Penggunaan CMC dan Kuning Telur pada Pembuatan dan Rehidrasi Santan Bubuk (Proyek Penelitian)**. Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Agriculture Research Management Project*, 1993. **Teknologi Penanganan dan Pengolahan Rumput Laut**. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Almaisier S, 2001. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Jakarta: Gramedia.
- Ananta, 1993. **Ciri Demografis Kualitas Penduduk dan Pembangunan Ekonomi**. Jakarta: Lembaga Demografi dan Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Anggadiredja, 1993. **Teknologi Produk Perikanan dalam Industri Farmasi**. Makalah Stadium General Teknologi dan Alternatif Produk Perikanan dalam Industri Farmasi. Bogor, 17 April 1993.
- Anonymous, 1990. **Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut**. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Anonymous, 2001. "Lebih Sehat dengan Serat". Dalam *Tabloid Senior*. Kelompok Kompas Gramedia, No. 86, 2-8 Maret 2001, hlm VI-VII
- Antarlina, SS, 1992. "Evaluasi Sifat-sifat Sensoris, Fisik, dan Kimia Beberapa Klon Ubi Kayu Koleksi Plasma Nutfah". Dalam *Laporan Penelitian*, Balitkabi, Malang.
- Anwar F, 2004. "Beras-Singkong Semi Instan". Dalam *Kompas*, 02 Februari 2004. <http://www.kompas.com>
- Aslan LM, 1998. **Budidaya Rumput Laut**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

- Astawan M, 2003. "Pangan Fungsional untuk Kesehatan yang Optimal". Dalam *Kompas*, 22 Maret 2003.  
<http://www.kompas.com/kompas-cetak/0303/22/lipeng/190173.htm>.
- Ayernor G.S., 1985. *Effect of the Retting of Cassava on Product Yield and Cyanide Detoxication*. Journal of Food Technology 20: 89-96.
- Badan Pusat Statistik, 2002. **Statistik Indonesia 2002**. Jakarta: BPS
- Balagopalan, 2004. *Cassava Utilization in Food, Feed and Industry*. India: Crop Utilization and Biotechnology, Central Tubers Crops Research Institute.  
[http://www.ciat.cgiar.org/downloads/pdf/cabi\\_18chis/pdf](http://www.ciat.cgiar.org/downloads/pdf/cabi_18chis/pdf)
- Beck ME, 2000. **Ilmu Gizi dan Diet**. Yogyakarta: Yayasan Essentia Medica.
- Bokanga M., S.K. O'Hair, K.R. Narayanan, and K.H. Steinkraus, 1990. *Cyanide detoxification and nutritional changes during cassava (*Manihot esculenta* Crantz) fermentation*. Hal 385-392 Dalam Proceedings of the 8<sup>th</sup> Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Bangkok, Thailand, 30 Oktober – 5 November 1988.
- Bokanga M., 1996. *Biotechnology and Cassava Processing in Africa*. IITA Research No. 12, March 1996.
- Bonio M. 1994. *Magic Ingredients*. Journal Food Technology, 48(10):37.
- Ceballos H, 2003. *Research Plant Breeding Cassava*. Kolombia: International Center for Tropical Agriculture. Available at: <http://www.harvestplus.org/cassava.html>
- Day RA, Underwood AL, 1992. **Analisis Kimia Kuantitatif**. Edisi Kelima. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Depkes RI, 1997. **Petunjuk Teknis Petugas Palpasi Survei Pemetaan GAKY**. Direktorat Bina Gizi Masyarakat Kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Departemen Kesehatan RI.
- Djaafar TF, Siti Rahayu, 2003. **Ubi Kayu dan Olahannya**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- deMan J.M, 1989. **Kimia Makanan Edisi Kedua**. Bandung: Penerbit ITB
- Doty MS, J.F Coddy, and B Santelices, 1987. *Case Studies of Seven Commercial Seaweed Resources*. Food and Agricultural Organization Fisheries Technical Paper. United Nations, Rome.

- Djokomoeldjanto, R. 1993. **Hipotiroidi di Daerah Defisiensi Iodium.** Kumpulan Naskah Simposium GAKI. Hal. 35-46. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Djokomoeljanto, Abunaim D, Tilden R, Muhilal, Kartono D, 1998. **Survei Nasional Pemetaan Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY).** Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Kerjasama Direktorat Bina Gizi Masyarakat. Departemen Kesehatan RI.
- Ezeala D.O, and Okoro, 1986. *Processing Techniques and Hydrocyanic Acid Content of Cassava-Based Human Foodstuffs in Nigeria.* Journal of Food Biochemistry 10:125-132
- FAO dan WHO, 1985. *Energy and Protein Requirements.* Report of Joint FAO/WHO/UN. Expert Consultation. Geneva: WHO series 724.
- Gaman PM, Sherrington KB, 1994. **Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi.** Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Goldberg, I. 1994. *Functional Foods.* New York: Chapman & Hall.
- Guhardja E, 1981. *Algae.* Dalam Botani Umum. Bogor: Departemen Botani Institut Pertanian Bogor.
- Hafsa MJ, 2003. **Bisnis Ubi Kayu Indonesia.** Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Harijono dkk., 2001. **Modul Rekayasa Pengolahan Pangan Pengganti Beras untuk Propinsi Jawa Timur.** Malang: Fakultas Teknologi Universitas Brawijaya.
- Haryadi, 1995. Kimia dan Teknologi Pati. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Hartomo A.J, Widiatmoko M.C, 1993. **Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin.** Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Head, R.J. 1995. *Approaches to Definition and Substantiation.* First International Conference on East – West perspective on Functional Food. Singapore. September 26-29.
- Hernawan, T. 2003. "Awas, Tak Semua Tiwul Aman Dimakan". Dalam *Bernas*, Kamis 2 Juli 2003.  
<http://www.indomedia.com/bernas/9807/03/UTAMA/03uta2.htm>.
- Indriani dan Suminarsih, 2003. **Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut.** Jakarta: Penebar Swadaya.

Muchtadi, 1996. **Makanan Fungsional: Pengendalian dan Perancangannya. Kursus Singkat Makanan Fungsional.** Yogyakarta, 8-9 Juli 1996.

Muhilal, Fasli Jalal dan Hardinsyah, 1998. **Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan. Dalam Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VI, hlm 755-786.** Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Murdiana dan Sukati Saidin, 2001. **Kadar Sianida di dalam Sayuran dan Umbi-Umbian di Daerah Gangguan Akibat Kurang Yodium (GAKY).** Abstrak PGM 2001. <http://www.litbang.depkes.go.id/p3gizi/Abstrak-pgm2001.html>.

Nnanna IA, R.D Phillips, 1990. **Protein and Starch Digestibility and Flatulence Potential of Germinated Cowpeas (*Vigna unguiculata*).** Journal Food Science. 55(1):151

Notoatmodjo S, 1997. **Ilmu Kesehatan Masyarakat.** Jakarta: Rineka Cipta.

Nuraini D, dan Arief Budhiono, 2001. **Pengembangan Produk Tiwul Instan Bergizi dalam Prosiding Seminar Nasional Makanan Tradisional.** Surabaya: *Unesa University Press.*

Nurlaila,A., R. Syukur, J. Genisa dan L. Mathius. 1997. **Studi Pengembangan Menu Makanan Rakyat Kaya Iodium dengan Subtitusi Rumput Laut dan Analisa Daya Terima.** Laporan Akhir Penelitian Hibah Bersaing Bidang Kesehatan dan Gizi Masyarakat.

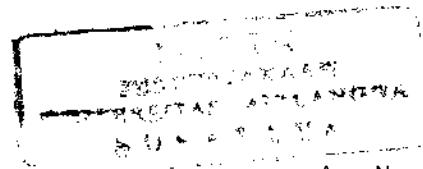
Nweke FI, 1996. **Cassava Processing in Sub-Saharan Africa: Implications for Expanding Cassava Production.** IITA Research No. 12, March 1996.

Okigbo B.N, 2004. **Nutritional Implications of Project Giving High Priority to the Production of Staples of Low Nutritive Quality: The Case for Cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in the Humid Tropics of West Africa.**  
<http://www.unu.edu/unupress/food/8FO24c/8FO24E01.htm>.

Oyewole, 1989. **Applications of Biotechnology to Traditional Fermented Foods.** Washington: National Academy Press.

Pederson CS. 1971. **Microbiology of Food Fermentations.** Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.

Picauly I, 2002. **Iodium dan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) (Suatu tinjauan Ontologi dan Aksiologi Iodium dalam Tubuh serta Gambaran GAKI dari Masyarakat di Wilayah Endemik GAKI Pesisir Pantai Kabupaten Maluku Tengah, Propinsi Maluku).**  
<http://www.hayati-ipb.com/users/rudyct/PPs702/PICAULY.htm>.



- Prinyawitwakul W, L.R Beuchat, K.H McWatters dan R.D Phillips. *Functional Properties of Cowpea (*Vigna unguiculata*) Flours Affected by Soaking, Boiling, and Fungal Fermentation*. Journal Agriculture. Food Chemistry. 45(2): 480-486.
- Proulx WR, Connie MW dan Margaret AB. 1993. *Trypsin Inhibitor Activity and Tannin Content Do Not Affect Calcium Bioavailability of Three Commonly Consumed Legumes*. Journal of Food Science. 58(2):382-384.
- Pudiastuti dkk. 1994. **Pedoman Menu Bergizi**. Proyek Pengembangan Diversifikasi Pangan dan Gizi. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Purawisastra S, Affandi E, Almasyuri dan Apriyanto RR, 1997. **Detoksifikasi dan Peningkatan Kadar Protein Singkong Pahit**. Abstrak PGM 1997. Available at: <http://www.litbang.depkes.go.id/p3gizi/Abstrak-PGM1997.html>.
- Rachmayanti. 1992. "Rumput Laut Pemberantas Gondok". Dalam *Suara Karya*, 10 September 1992, hlm 7. Dokumentasi Trubus 1993. Jakarta: Pusat Informasi Pertanian Trubus.
- Raharjo B, 1991. "Menambah Nilai Ekonomi pada Tanaman Ubi Kayu". Dalam *Neraca*, 25 Januari 1991, hlm 7. Dokumentasi Trubus 1993. Jakarta: Pusat Informasi Pertanian Trubus.
- Riskomar D, 1992. "Singkong Dibahas Para Ahli Dunia". Dalam *Pikiran Rakyat*, 6 Desember 1992, hlm 7. Dokumentasi Trubus 1993. Jakarta: Pusat Informasi Pertanian Trubus.
- Rukmana R, 1997. **Ubi Kayu Budidaya dan Pasca Panen**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Rukmana R, Oesman YY, 2000. **Kacang Tunggak Budidaya dan Prospek Usaha Tani**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Santoso, 1999. **Kesehatan dan Gizi**. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Sauberlich, H.E. 1999. *Assessment of Nutritional Status*. Second Edition. CRC Press.
- Sastrodipuro D, 1993. **Peningkatan Protein Ubi Kayu Melalui Fermentasi Aerob dengan Candida Tropicalis**. Penelitian Komoditas dan Studi Khusus 1992. Prosiding Lokakarya Volume 4: Palawija. Bogor: AARP, 1993: 497-505
- Sayre R, 2003. *Researchers Get To The Root of Cassava's Cyanide-Producing Abilities*. Ohio State University. <http://www.biosci.ohio-state.edu/~rsayre/CASSAVA.HTM>.
- Sediaoetama AD, 1996. **Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi**. Jilid 1. Jakarta: Dian Rakyat.



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
PROGRAM PASCASARJANA

Jl. Dharmawangsa Dalam Selatan Surabaya - 60286 (031) 5023715, 5020170, Fax. : (031) 5030076  
E-mail : pasca@pasca.unair.ac.id URL Address : http://www.pasca.unair.ac.id

Nomor : 1999 /J03.4/PP/2004

26 Mei 2004

Lamp :

Hal : Izin melaksanakan penelitian

- Yth.
1. Akademi Gizi Malang
  2. Laboratorium Dinas Kesehatan Surabaya
  3. Balitkabi Kendalpayak Malang

Guna penulisan penelitian untuk Tesis peserta Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat angkatan tahun 2002 / 2003 Program Pascasarjana Universitas Airlangga,

Nama : Anna Noordia

Nim : 090214730 / M

Judul : KOMPLEMENTASI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottoni*) DAN TEPUNG KECAMBAH KACANG TUNGGAK (*Vigma unguiculata*) PADA TIWUL INSTAN DARI UBI KAYU TERFERMENTASI (GARI) DITINJAU DARI KANDUNGAN, PROTEIN, LEMAK, YODIUM, BESI DAN SERATNYA.

Pembimbing : Prof.Bambang W,dr,MS,MCN,Ph.D

Pembimbing I : Dr.Hario Puntodewa S,drh,M.App.Sc

Maka dengan ini kami mohon perkenan Saudara untuk memberikan izin kepada yang bersangkutan untuk melaksanakan penelitian di Instansi Saudara.

Demikian dan atas bantuan Saudara kami sampaikan terima kasih.



SKN-PPS-UA-04



ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga  
**DEPARTEMEN KESEHATAN RI**  
**POLITEKNIK KESEHATAN MALANG**  
**JURUSAN GIZI**

JL. BESAR IJEN NO. 77C  
MALANG 65112

TELP. (0341) 551896, 552003  
FAX. (0341) 580228



Nomor : LB.00.01.2.3.15. *560*  
Lampiran : -  
Perihal : Ijin Melaksanakan Penelitian

Malang, 29 Juni 2004

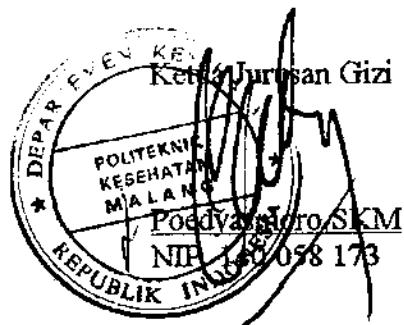
Kepada Yth.  
Direktur Program Pascasarjana  
Minat : Asisten I Bidang Akademik  
Universitas Airlangga Surabaya  
di-  
Surabaya

Menunjuk Surat Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya Tanggal 26 Mei 2004 Nomor 1999/J03.4/PP/2004 perihal pada pokok surat, maka bersama ini kami sampaikan bahwa peserta Program Magister Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat angkatan 2002/2003:

Nama : Anna Noordia  
NIM : 090214730/ M  
Judul : KOMPLEMENTASI RUMPUT LAUT (*Eucheunma cottoni*) DAN TEPUNG KECAMBAH KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata*) PADA TIWUL INSTAN DARI UBI KAYU TERFERMENTASI (GARI) DITINJAU DARI KANDUNGAN PROTEIN, LEMAK, BESI DAN SERATNYA

Pembimbing : Prof Bambang W, dr, MS, MCN, Ph.D  
Pembimbing I : Dr. Hario Puntodewa S, drh, M.App.Sc

Telah melaksanakan penelitian pada tanggal, 14 Juni 2004 di Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Malang.



Tembusan :

1. Yth. Direktur Poltekkes Kesehatan Malang ( Sebagai Laporan )  
Tesis Komplementasi Rumput Laut ...

Anna Noordia

**Lampiran 3. Formulir Uji Organoleptik****UJI MUTU ORGANOLEPTIK**

Nama :.....

Tanggal :.....

Tanda Tangan :.....

Jenis Makanan : Tiwul

Di hadapan saudara disajikan dua puluh lima macam produk *tiwul* yang dikomplementasi dengan tepung kecambah kacang tunggak dan rumput laut. Silahkan saudara mencicipi masing-masing produk *tiwul* yang tersedia, kemudian berilah kesan terhadap masing-masing produk sesuai selera saudara.

Mohon pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dijawab dengan cara memberi tanda (✓) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat saudara. Penilaian yang jujur akan sangat membantu kami. Atas kesediaannya, kami ucapkan terima kasih.

No.	Kriteria dan Spesifikasi Mutu	Skor	Sampel				
			A	B	C	D	E
1.	<b>Warna</b>						
	Sangat menyukai	5					
	Menyukai	4					
	Cukup menyukai	3					
	Kurang menyukai	2					
	Tidak menyukai	1					
2.	<b>Aroma</b>						
	Sangat menyukai	5					
	Menyukai	4					
	Cukup menyukai	3					
	Kurang menyukai	2					
	Tidak menyukai	1					

No.	Kriteria dan Spesifikasi Mutu	Skor	Sampel				
			A	B	C	D	E
<b>3. Rasa</b>							
	Sangat menyukai	5					
	Menyukai	4					
	Cukup menyukai	3					
	Kurang menyukai	2					
	Tidak menyukai	1					
<b>4. Tekstur/ Kekenyalan</b>							
	Sangat menyukai	5					
	Menyukai	4					
	Cukup menyukai	3					
	Kurang menyukai	2					
	Tidak menyukai	1					

Dari setiap penilaian yang saudara rasakan, mana yang paling saudara sukai?

**Kriteria**

**Kode Sampel**

1. Warna

Alasan.....

2. Aroma

Alasan.....

3. Rasa

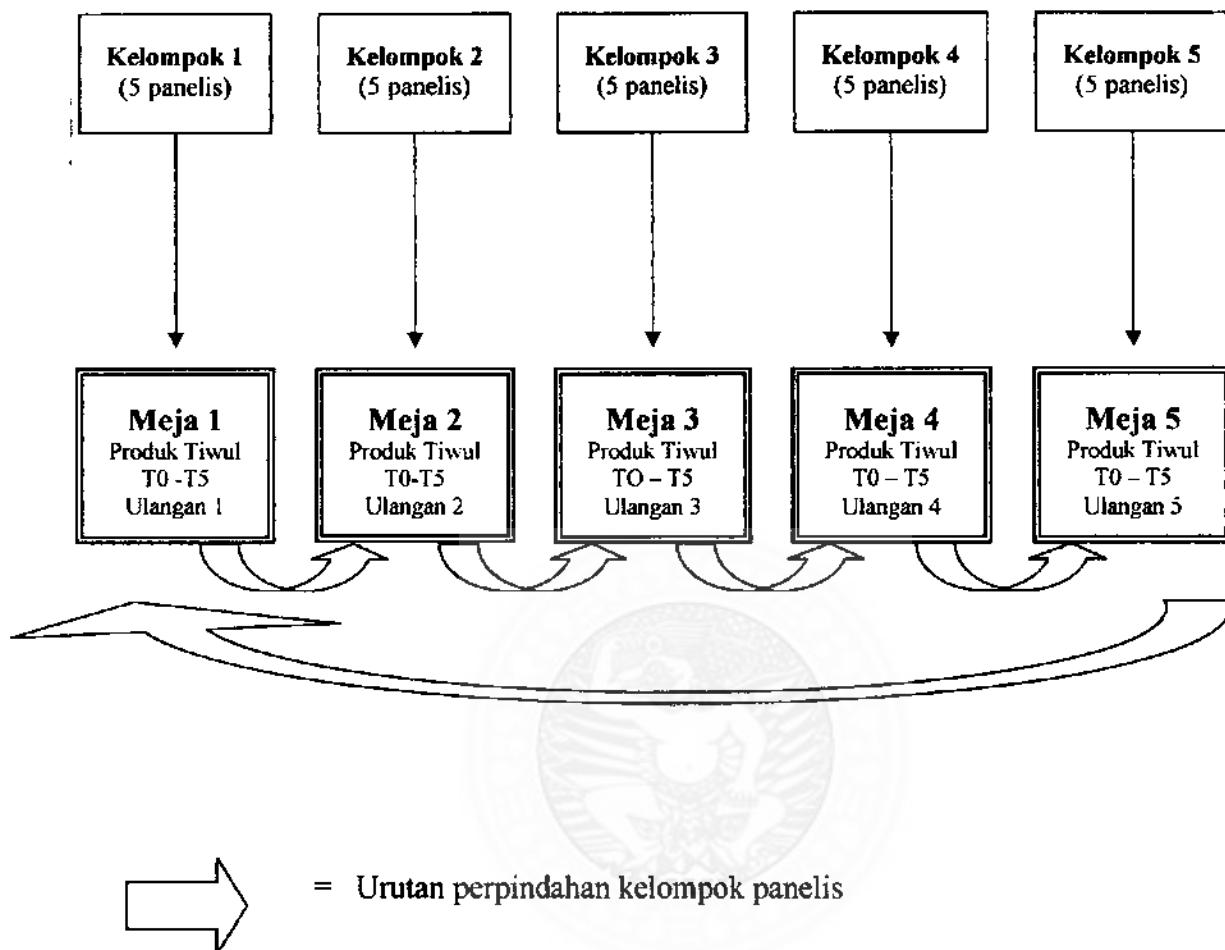
Alasan.....

4. Tekstur/Kekenyalan

Alasan.....

Hormat Kami,  
Peneliti

Anna Noordia

**Lampiran 4. Contoh Gambar Teknis Pengujian Mutu Organoleptik**

- Catatan :
1. Penilaian produk dilakukan secara bergiliran.
  2. Setiap selesai menilai produk pada satu meja, panelis mengangkat tangan dan petugas (peneliti beserta beberapa teman) akan mengambil form dan sisa produk serta menyerahkan produk baru dan form baru sesuai dengan urutan kelompok
  3. Setiap panelis menilai 25 buah produk tiwul.
  4. Pada uji organoleptik ini digunakan 3 ruangan dimana 2 ruangan berisi 2 kelompok panelis dan 1 ruangan berisi 1 kelompok panelis
  5. Tiap ruangan memiliki 5 meja untuk 5 perlakuan (T0 - T4) dan lima ulangan
  6. Waktu pelaksanaan uji organoleptik dilaksanakan bersamaan antara ruang 1-3.

**BALAI PENELITIAN TANAMAN PANGAN DAN UMBI-UMBIAK  
LABORATORIUM KIMIA PANGAN**

**HASIL ANALISA KIMIA**

**Pengirim : Anna Noordia, S.TP**  
**Sampel : Ubi Kayu dan Tepung Ubi Kayu**

**Ubi Kayu:**  
**Panenan dari Jember**

KODE	BENTUK UMBI	KONDISI	HCN (mg / 20 g)	HCN (mg / kg)
A1	Besar, panjang, dan gemuk	Segar	0,887	44,35
A2	Tidak terlalu panjang, gemuk	Segar	1,371	68,55
A3	Pendek, gemuk sekali	Segar	0,762	38,10
B1	Besar, panjang dan gemuk	Busuk (3 minggu)	0,941	47,05
B2	Pendek, gemuk sekali	Busuk (3 minggu)	0,914	45,70

**Tepung Ubi Kayu:**

KODE	KETERANGAN	HCN (mgr / 10 g)	HCN (mgr / 100 g)
A	Tepung Non Fermentasi (Ubi Kayu dari Jember)	0,081	0,81
B	Tepung Fermentasi (Ubi Kayu dari Jember)	0,054	0,54
C	Tepung Gaplek (dari Pasar Besar Malang)	0,511	5,11

Malang, 17 Juni 2004  
 Analis,  
  
 Ir. Suprapto



**DEPARTEMEN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**  
**BALAI LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA**

Jl. Karangmenjangan No. 18 - Surabaya 60285  
 Telp. Kepala Lab. (031) 5020708 - T.U. (031) 5021451 - Fax (031) 5020388, 5021452  
 E-mail : blksub@idola.net.id



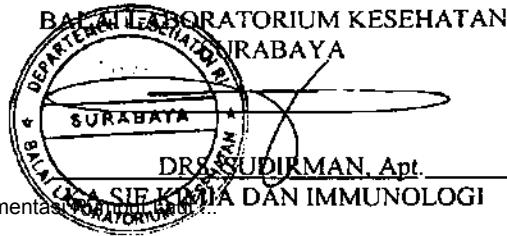
Surabaya, 7 Juli 2004

Nomor Lab. : 20 / BHN / VII / 2004  
 Jenis Bahan : Tiwul  
 Dikirim oleh : Anna Noordia  
 UNIVERSITAS AIRLANGGA (PROGRAM PASCA SARJANA)  
 Diterima di BLK Tgl : 21 Juni 2004

**HASIL PEMERIKSAAN KIMIA**

No	Parameter	RL	TKT	TUK	TUF
1	Protein (%)	7.570	22.840	0.710	2.030
2	Lemak (%)	0.380	1.260	0.330	0.290
3	Besi (mg/100g)	0.170	5.710	0.700	0.630
4	Serat Kasar (%)	2.30	2.72	1.91	1.42
5	Iodium (mg/100g)	0.982	0.057	0.000	0.000

No	Parameter	Ulangan	T0	T1	T2	T3	T4
1	Protein (%)	1	1.910	5.170	4.840	4.430	4.000
		2	1.890	5.250	4.830	4.410	4.050
		3	1.870	5.330	4.870	4.400	4.050
		4	1.840	5.450	4.830	4.410	4.100
		5	1.890	5.280	4.780	4.680	4.110
2	Lemak (%)	1	0.388	0.427	0.411	0.391	0.374
		2	0.389	0.431	0.407	0.389	0.374
		3	0.393	0.434	0.406	0.389	0.373
		4	0.389	0.425	0.405	0.390	0.376
		5	0.393	0.425	0.403	0.396	0.379
3	Besi (mg/100g)	1	0.612	1.496	1.378	1.277	1.172
		2	0.611	1.490	1.379	1.278	1.170
		3	0.610	1.476	1.382	1.268	1.161
		4	0.617	1.487	1.389	1.282	1.155
		5	0.615	1.478	1.382	1.282	1.173
4	Serat kasar (%)	1	1.379	1.651	1.641	1.629	1.611
		2	1.404	1.627	1.630	1.622	1.628
		3	1.381	1.640	1.622	1.633	1.608
		4	1.401	1.652	1.628	1.624	1.605
		5	1.397	1.619	1.634	1.609	1.600
5	Iodium (mg/100g)	1	0.0000	0.0262	0.0411	0.0567	0.0723
		2	0.0000	0.0266	0.0418	0.0601	0.0742
		3	0.0000	0.0256	0.0434	0.0578	0.0732
		4	0.0000	0.0259	0.0415	0.0564	0.0767
		5	0.0000	0.0259	0.0400	0.0566	0.0739
6	Kadar air (%)	1	6.27	6.51	6.63	6.70	6.86
		2	6.22	6.45	6.60	6.75	6.85
		3	6.25	6.48	6.66	6.72	6.97
		4	6.30	6.50	6.63	6.69	6.83
		5	6.30	6.54	6.62	6.72	6.79



**Lampiran 7 Analisis Oneway Anova dan LSD pada Kadar Protein Tiwul Instan****Descriptives**

Kadar Protein (%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
T0 (100%:0%:0%)	5	1.88000	.02646	.01183	1.84715	1.91285	1.840	1.910
T1 (80%:18%:2%)	5	5.29600	.10383	.04643	5.16708	5.42492	5.170	5.450
T2 (80%:16%:4%)	5	4.83000	.03240	.01449	4.78977	4.87023	4.780	4.870
T3 (80%:14%:6%)	5	4.46600	.12012	.05372	4.31685	4.61515	4.400	4.680
T4 (80%:12%:8%)	5	4.06200	.04438	.01985	4.00689	4.11711	4.000	4.110
Total	25	4.10680	1.21192	.24238	3.60654	4.60706	1.840	5.450

**Test of Homogeneity of Variances**

Kadar Protein (%)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,386	4	20	,086

**ANOVA**

Kadar Protein (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35,134	4	8,784	1518,079	,000
Within Groups	,116	20	5,786E-03		
Total	35,250	24			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kadar Protein (%)

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T0 (100%:0%:0%)	T1 (80%:18%:2%)	-3.41600*	.04811	,000	-3.51635	-3.31565
	T2 (80%:16%:4%)	-2.95000*	.04811	,000	-3.05035	-2.84965
	T3 (80%:14%:6%)	-2.58600*	.04811	,000	-2.68635	-2.48565
	T4 (80%:12%:8%)	-2.18200*	.04811	,000	-2.28235	-2.08165
T1 (80%:18%:2%)	T0 (100%:0%:0%)	3.41600*	.04811	,000	3.31565	3.51635
	T2 (80%:16%:4%)	.46600*	.04811	,000	.36565	.56635
	T3 (80%:14%:6%)	.83000*	.04811	,000	.72965	.93035
	T4 (80%:12%:8%)	1.23400*	.04811	,000	1.13365	1.33435
T2 (80%:16%:4%)	T0 (100%:0%:0%)	2.95000*	.04811	,000	2.84965	3.05035
	T1 (80%:18%:2%)	-.46600*	.04811	,000	-.56635	-.36565
	T3 (80%:14%:6%)	.36400*	.04811	,000	.26365	.46435
	T4 (80%:12%:8%)	.76800*	.04811	,000	.66765	.86835
T3 (80%:14%:6%)	T0 (100%:0%:0%)	2.58600*	.04811	,000	2.48565	2.68635
	T1 (80%:18%:2%)	-.83000*	.04811	,000	-.93035	-.72965
	T2 (80%:16%:4%)	-.36400*	.04811	,000	-.46435	-.26365
	T4 (80%:12%:8%)	.40400*	.04811	,000	.30365	.50435
T4 (80%:12%:8%)	T0 (100%:0%:0%)	2.18200*	.04811	,000	2.08165	2.28235
	T1 (80%:18%:2%)	-1.23400*	.04811	,000	-1.33435	-1.13365
	T2 (80%:16%:4%)	-.76800*	.04811	,000	-.86835	-.66765
	T3 (80%:14%:6%)	-.40400*	.04811	,000	-.50435	-.30365

\* The mean difference is significant at the .05 level.

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kadar Lemak (%)

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T0(100%:0%:0%)	T1(80%:18%:2%)	-.038000*	.001889	,000	-.041940	-.034060
	T2(80%:16%:4%)	-.016000*	.001889	,000	-.019940	-.012060
	T3(80%:14%:6%)	-.000600	.001889	,754	-.004540	.003340
	T4(80%:12%:8%)	.015200*	.001889	,000	.011260	.019140
T1(80%:18%:2%)	T0(100%:0%:0%)	.038000*	.001889	,000	.034060	.041940
	T2(80%:16%:4%)	.022000*	.001889	,000	.018060	.025940
	T3(80%:14%:6%)	.037400*	.001889	,000	.033460	.041340
	T4(80%:12%:8%)	.053200*	.001889	,000	.049260	.057140
T2(80%:16%:4%)	T0(100%:0%:0%)	.016000*	.001889	,000	.012060	.019940
	T1(80%:18%:2%)	-.022000*	.001889	,000	-.025940	-.018060
	T3(80%:14%:6%)	.015400*	.001889	,000	.011460	.019340
	T4(80%:12%:8%)	.031200*	.001889	,000	.027260	.035140
T3(80%:14%:6%)	T0(100%:0%:0%)	.000600	.001889	,754	-.003340	.004540
	T1(80%:18%:2%)	-.037400*	.001889	,000	-.041340	-.033460
	T2(80%:16%:4%)	-.015400*	.001889	,000	-.019340	-.011460
	T4(80%:12%:8%)	.015800*	.001889	,000	.011860	.019740
T4(80%:12%:8%)	T0(100%:0%:0%)	-.015200*	.001889	,000	-.019140	-.011260
	T1(80%:18%:2%)	-.053200*	.001889	,000	-.057140	-.049260
	T2(80%:16%:4%)	-.031200*	.001889	,000	-.035140	-.027260
	T3(80%:14%:6%)	-.015800*	.001889	,000	-.019740	-.011860

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Lampiran 9 Analisis *Oneway Anova* dan *LSD* pada Kadar Serat Kasar Tiwul Instan

#### Descriptives

Kadar Serat Kasar (%)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
T0 (100%:0%:0%)	5	1.39240	.01161	.00519	1.37798	1.40682	1.379	1.404
T1 (80%:18%:2%)	5	1.63780	.01458	.00652	1.61969	1.65591	1.619	1.652
T2 (80%:16%:4%)	5	1.63100	.00707	.00316	1.62222	1.63978	1.622	1.641
T3 (80%:14%:6%)	5	1.62340	.00913	.00408	1.61207	1.63473	1.609	1.633
T4 (80%:12%:8%)	5	1.61040	.01064	.00476	1.59718	1.62362	1.600	1.628
Total	25	1.57900	.09619	.01924	1.53929	1.61871	1.379	1.652

#### Test of Homogeneity of Variances

Kadar Serat Kasar (%)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,266	4	20	,316

#### ANOVA

Kadar Serat Kasar (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,220	4	5,492E-02	462,236	,000
Within Groups	2,376E-03	20	1,188E-04		
Total	,222	24			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kadar Serat Kasar (%)

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T0 (100%:0%:0%)	T1 (80%:18%:2%)	-.24540*	.00689	,000	-.25978	-.23102
	T2 (80%:16%:4%)	-.23860*	.00689	,000	-.25298	-.22422
	T3 (80%:14%:6%)	-.23100*	.00689	,000	-.24538	-.21662
	T4 (80%:12%:8%)	-.21800*	.00689	,000	-.23238	-.20362
T1 (80%:18%:2%)	T0 (100%:0%:0%)	.24540*	.00689	,000	.23102	.25978
	T2 (80%:16%:4%)	.00680	.00689	,336	-.00758	.02118
	T3 (80%:14%:6%)	.01440*	.00689	,050	.00002	.02878
	T4 (80%:12%:8%)	.02740*	.00689	,001	.01302	.04178
T2 (80%:16%:4%)	T0 (100%:0%:0%)	.23860*	.00689	,000	.22422	.25298
	T1 (80%:18%:2%)	-.00680	.00689	,336	-.02118	.00758
	T3 (80%:14%:6%)	.00760	.00689	,283	-.00678	.02198
	T4 (80%:12%:8%)	.02060*	.00689	,007	.00622	.03498
T3 (80%:14%:6%)	T0 (100%:0%:0%)	.23100*	.00689	,000	.21662	.24538
	T1 (80%:18%:2%)	-.01440*	.00689	,050	-.02878	-.00002
	T2 (80%:16%:4%)	-.00760	.00689	,283	-.02198	.00678
	T4 (80%:12%:8%)	.01300	.00689	,074	-.00138	.02738
T4 (80%:12%:8%)	T0 (100%:0%:0%)	.21800*	.00689	,000	.20362	.23238
	T1 (80%:18%:2%)	-.02740*	.00689	,001	-.04178	-.01302
	T2 (80%:16%:4%)	-.02060*	.00689	,007	-.03498	-.00622
	T3 (80%:14%:6%)	-.01300	.00689	,074	-.02738	.00138

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

Lampiran 10. Analisis *One-way Anova* dan *LSD* pada Kadar Besi Tiwu**Descriptives****Kadar Besi (mg/100mg)**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
T0(100%;0%;0%)	5	.61300	.002915	.001304	.60938	.61662	.610	.617
T1(80%;18%;2%)	5	1.48540	.008355	.003736	1.47503	1.49577	1.476	1.496
T2(80%;16%;4%)	5	1.38200	.004301	.001924	1.37666	1.38734	1.378	1.389
T3(80%;14%;6%)	5	1.27740	.005727	.002561	1.27029	1.28451	1.268	1.282
T4(80%;12%;8%)	5	1.16620	.007855	.003513	1.15645	1.17595	1.155	1.173
Total	25	1.18480	.311340	.062268	1.05629	1.31331	.610	1.496

**Test of Homogeneity of Variances****Kadar Besi (mg/100mg)**

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.342	4	20	.090

**ANOVA****Kadar Besi (mg/100mg)**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.326	4	.581	15196.163	.000
Within Groups	.001	20	.000		
Total	2.326	24			

*Multiple Comparisons***Dependent Variable: Kadar Besi (mg/100mg)****LSD**

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.T unggak:R.laut))	(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.T unggak:R.laut))	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T0(100%:0%:0%)	T1(80%:18%:2%)	-.87240(*)	.003912	.000	-.88056	-.86424
	T2(80%:16%:4%)	-.76900(*)	.003912	.000	-.77716	-.76084
	T3(80%:14%:6%)	-.66440(*)	.003912	.000	-.67256	-.65624
	T4(80%:12%:8%)	-.55320(*)	.003912	.000	-.56136	-.54504
T1(80%:18%:2%)	T0(100%:0%:0%)	.87240(*)	.003912	.000	.86424	.88056
	T2(80%:16%:4%)	.10340(*)	.003912	.000	.09524	.11156
	T3(80%:14%:6%)	.20800(*)	.003912	.000	.19984	.21616
	T4(80%:12%:8%)	.31920(*)	.003912	.000	.31104	.32736
T2(80%:16%:4%)	T0(100%:0%:0%)	.76900(*)	.003912	.000	.76084	.77716
	T1(80%:18%:2%)	-.10340(*)	.003912	.000	-.11156	-.09524
	T3(80%:14%:6%)	.10460(*)	.003912	.000	.09644	.11276
	T4(80%:12%:8%)	.21580(*)	.003912	.000	.20764	.22396
T3(80%:14%:6%)	T0(100%:0%:0%)	.66440(*)	.003912	.000	.65624	.67256
	T1(80%:18%:2%)	-.20800(*)	.003912	.000	-.21616	-.19984
	T2(80%:16%:4%)	-.10460(*)	.003912	.000	-.11276	-.09644
	T4(80%:12%:8%)	.11120(*)	.003912	.000	.10304	.11936
T4(80%:12%:8%)	T0(100%:0%:0%)	.55320(*)	.003912	.000	.54504	.56136
	T1(80%:18%:2%)	-.31920(*)	.003912	.000	-.32736	-.31104
	T2(80%:16%:4%)	-.21580(*)	.003912	.000	-.22396	-.20764
	T3(80%:14%:6%)	-.11120(*)	.003912	.000	-.11936	-.10304

\* The mean difference is significant at the .05 level.

### Lampiran 11 Analisis *Oneway Anova* dan *LSD* pada Yodium Tiwul Instan

#### Descriptives

Kadar Yodium (mg/100g)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
T0 (100%:0%:0%)	5	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.0000	.0000
T1 (80%:18%:2%)	5	.026040	.000378	.000169	.025570	.026510	.0256	.0266
T2 (80%:16%:4%)	5	.041560	.001234	.000552	.040028	.043092	.0400	.0434
T3 (80%:14%:6%)	5	.057520	.001542	.000689	.055606	.059434	.0564	.0601
T4 {80%:12%:8%}	5	.074060	.001647	.000737	.072015	.076105	.0723	.0767
Total	25	.039836	.026099	.005220	.029063	.050609	.0000	.0767

#### Test of Homogeneity of Variances

Kadar Yodium (mg/100g)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,497	4	20	,075

#### ANOVA

Kadar Yodium (mg/100g)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,632E-02	4	4,080E-03	3019,737	,000
Within Groups	2,702E-05	20	1,351E-06		
Total	1,635E-02	24			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kadar Yodium (mg/100g)

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T0 (100%:0%:0%)	T1 (80%:18%:2%)	-.026040*	.000735	,000	-.027574	-.024506
	T2 (80%:16%:4%)	-.041560*	.000735	,000	-.043094	-.040026
	T3 (80%:14%:6%)	-.057520*	.000735	,000	-.059054	-.055986
	T4 980%:12%:8%)	-.074060*	.000735	,000	-.075594	-.072526
T1 (80%:18%:2%)	T0 (100%:0%:0%)	.026040*	.000735	,000	.024506	.027574
	T2 (80%:16%:4%)	-.015520*	.000735	,000	-.017054	-.013986
	T3 (80%:14%:6%)	-.031480*	.000735	,000	-.033014	-.029946
	T4 980%:12%:8%)	-.048020*	.000735	,000	-.049554	-.046486
T2 (80%:16%:4%)	T0 (100%:0%:0%)	.041560*	.000735	,000	.040026	.043094
	T1 (80%:18%:2%)	.015520*	.000735	,000	.013986	.017054
	T3 (80%:14%:6%)	-.015960*	.000735	,000	-.017494	-.014426
	T4 980%:12%:8%)	-.032500*	.000735	,000	-.034034	-.030966
T3 (80%:14%:6%)	T0 (100%:0%:0%)	.057520*	.000735	,000	.055986	.059054
	T1 (80%:18%:2%)	.031480*	.000735	,000	.029946	.033014
	T2 (80%:16%:4%)	.015960*	.000735	,000	.014426	.017494
	T4 980%:12%:8%)	-.016540*	.000735	,000	-.018074	-.015006
T4 980%:12%:8%)	T0 (100%:0%:0%)	.074060*	.000735	,000	.072526	.075594
	T1 (80%:18%:2%)	.048020*	.000735	,000	.046486	.049554
	T2 (80%:16%:4%)	.032500*	.000735	,000	.030966	.034034
	T3 (80%:14%:6%)	.016540*	.000735	,000	.015006	.018074

\* The mean difference is significant at the .05 level.

Lampiran Analisis *Oneway Anova* dan *LSD* pada Kadar Air Tiwul

**Descriptives**

Kadar Air (mg/100mg)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
T0(100% ·0%:0%)	5	6.2680	.03421	.01530	6.2255	6.3105	6.22	6.30
T1(80%: 18%:2%)	5	6.4960	.03362	.01503	6.4543	6.5377	6.45	6.54
T2(80%: 16%:4%)	5	6.6280	.02168	.00970	6.6011	6.6549	6.60	6.66
T3(80%: 14%:6%)	5	6.7160	.02302	.01030	6.6874	6.7446	6.69	6.75
T4(80%: 12%:8%)	5	6.8600	.06708	.03000	6.7767	6.9433	6.79	6.97
Total	25	6.5936	.20862	.04172	6.5075	6.6797	6.22	6.97

**Test of Homogeneity of Variances**

Kadar Air (mg/100mg)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.083	4	20	.391

**ANOVA**

Kadar Air (mg/100mg)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.013	4	.253	162.400	.000
Within Groups	.031	20	.002		
Total	1.045	24			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kadar Air (mg/100mg)

LSD

(I) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.T unggak:R.laut))	(J) Perlakuan (Tp.gari:Tp.kec.Kc.T unggak:R.laut))	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T0(100%:0%:0%)	T1(80%:18%:2%)	.2280(*)	.02498	.000	-.2801	-.1759
	T2(80%:16%:4%)	.3600(*)	.02498	.000	-.4121	-.3079
	T3(80%:14%:6%)	.4480(*)	.02498	.000	-.5001	-.3959
	T4(80%:12%:8%)	.5920(*)	.02498	.000	-.6441	-.5399
T1(80%:18%:2%)	T0(100%:0%:0%)	.2280(*)	.02498	.000	.1759	.2801
	T2(80%:16%:4%)	.1320(*)	.02498	.000	-.1841	-.0799
	T3(80%:14%:6%)	.2200(*)	.02498	.000	-.2721	-.1679
	T4(80%:12%:8%)	.3640(*)	.02498	.000	-.4161	-.3119
T2(80%:16%:4%)	T0(100%:0%:0%)	.3600(*)	.02498	.000	.3079	.4121
	T1(80%:18%:2%)	.1320(*)	.02498	.000	.0799	.1841
	T3(80%:14%:6%)	-.0880(*)	.02498	.002	-.1401	-.0359
	T4(80%:12%:8%)	.2320(*)	.02498	.000	-.2841	-.1799
T3(80%:14%:6%)	T0(100%:0%:0%)	.4480(*)	.02498	.000	.3959	.5001
	T1(80%:18%:2%)	.2200(*)	.02498	.000	.1679	.2721
	T2(80%:16%:4%)	.0880(*)	.02498	.002	.0359	.1401
	T4(80%:12%:8%)	-.1440(*)	.02498	.000	-.1961	-.0919
T4(80%:12%:8%)	T0(100%:0%:0%)	.5920(*)	.02498	.000	.5399	.6441
	T1(80%:18%:2%)	.3640(*)	.02498	.000	.3119	.4161
	T2(80%:16%:4%)	.2320(*)	.02498	.000	.1799	.2841
	T3(80%:14%:6%)	.1440(*)	.02498	.000	.0919	.1961

\* The mean difference is significant at the .05 level.

**Lampiran 13. Data Uji Mutu Organoleptik : Warna Tiwul**

Panelis	Kontrol (T0) (100% : 0% : 0%)						Perlakuan 1 (T1) (80% : 18% : 2%)						Perlakuan 2 (T2) (80% : 16% : 4%)						Perlakuan 3 (T3) (80% : 14% : 6%)						Perlakuan 4 (T4) (80% : 12% : 8%)								
	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median			
1	3	5	3	3	4	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	5	3	3	2	3	3
2	5	4	4	4	4	4	3	2	2	2	1	2	3	3	3	1	2	3	4	2	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	3		
3	4	5	4	4	5	4	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	5	4	5	5	5		
4	5	4	4	4	5	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3		
5	3	3	4	5	3	3	3	4	5	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	1	3	3	5	5	5		
6	4	4	4	4	5	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	4	5	
7	4	4	5	4	4	4	4	2	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	1	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
8	3	1	2	3	3	3	2	2	3	2	1	2	2	3	3	3	2	3	4	4	1	3	4	4	3	3	3	2	5	3	3		
9	5	4	4	4	2	4	2	1	3	2	2	2	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	4	4	4	3	5	4	4		
10	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3		
11	2	3	3	3	3	3	1	2	2	2	4	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	2	4	2	3	2	3	3	4	3	3		
12	3	2	3	3	1	3	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	3	2	4	3	3	3	2	3	1	2	2	2	2	2			
13	2	3	3	3	1	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	4	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3		
14	5	4	4	4	4	5	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	
15	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	
16	4	5	4	4	2	4	3	4	3	3	2	3	3	4	3	3	2	3	4	4	2	2	2	2	4	4	5	4	2	4			
17	3	3	3	4	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	4	4	4	4		
18	1	4	3	3	3	3	1	3	2	1	1	1	1	4	1	2	2	2	2	4	4	2	2	2	2	3	4	3	4	3	3		
19	3	3	2	3	1	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	2	2	3		
20	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2		
21	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3		
22	4	4	5	4	4	4	3	2	3	1	3	3	3	3	5	3	2	3	3	2	3	2	3	3	1	3	4	4	4	3	3		
23	2	2	3	3	2	2	5	4	4	4	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3			
24	3	5	5	5	4	5	3	3	3	5	5	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	1	3	4	4	5	3	3	4	3			
25	5	2	4	5	5	5	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4		

## Lampiran 14. Analisis Statistik Nilai Organoleptik Warna Tiwul

### *NPar Tests*

#### *Descriptive Statistics*

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	25	3.4800	.87178	2.00	5.00
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	25	2.5200	.71414	1.00	4.00
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	25	2.6800	.62716	2.00	4.00
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	25	2.8400	.68799	2.00	4.00
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	25	3.3600	.81035	2.00	5.00

### *Friedman Test*

#### *Ranks*

	Mean Rank
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	4.04
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	2.14
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	2.40
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	2.82
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	3.60

#### *Test Statistics(a)*

N	25
Chi-Square	38.527
df	4
Asymp. Sig.	.000

a Friedman Test

**Uji Lanjut Wilcoxon Signed Ranks Test terhadap Warna Tiwul****Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	20(a)	11.35	227.00
	Positive Ranks	2(b)	13.00	26.00
	Ties	3(c)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	20(d)	11.15	223.00
	Positive Ranks	2(e)	15.00	30.00
	Ties	3(f)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	16(g)	9.88	158.00
	Positive Ranks	3(h)	10.67	32.00
	Ties	6(i)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	9(j)	7.67	69.00
	Positive Ranks	6(k)	8.50	51.00
	Ties	10(l)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	1(m)	3.50	3.50
	Positive Ranks	5(n)	3.50	17.50
	Ties	19(o)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	1(p)	4.50	4.50
	Positive Ranks	8(q)	5.06	40.50
	Ties	16(r)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	0(s)	.00	.00
	Positive Ranks	14(t)	7.50	105.00
	Ties	11(u)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	3(v)	5.50	16.50
	Positive Ranks	7(w)	5.50	38.50
	Ties	15(x)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	0(y)	.00	.00
	Positive Ranks	12(z)	6.50	78.00
	Ties	13(aa)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	Negative Ranks	3(bb)	4.50	13.50
	Positive Ranks	10(cc)	7.75	77.50
	Ties	12(dd)		
	Total	25		

- a Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 b Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 c Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 d Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 e Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 f Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 g Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 h Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 i Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 j Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 k Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 l Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 m Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 n Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 o Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 p Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 q Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 r Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 s Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 t Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 u Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 v Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 w Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 x Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 y Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 z Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 aa Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 bb Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 cc Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 dd Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)

**Test Statistics(c)**

	Perlakuan 1(T1) (80%,18%,-2%)	Perlakuan 2(T2) (80%,16%,-4%)	Perlakuan 3(T3) (80%,14%,-6%)	Perlakuan 4(T4) (80%,12%,-8%)	Perlakuan 2(T2) (80%:16%,-4%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%,-6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%,-8%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%,-6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%,-8%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%,-8%)
Kontrol	Kontrol (T0)(100% (0%,0%))	Kontrol (T0)(100% (0%,0%))	Kontrol (T0)(100% (0%,0%))	Kontrol (T0)(100% (0%,0%))	Kontrol (T1) (80%:18% (-2%))	Kontrol (T1) (80%:18% (-2%))	Kontrol (T1) (80%:18% (-2%))	Kontrol (T2) (80%:16% (-4%))	Kontrol (T2) (80%:16% (-4%))	Kontrol (T3) (80%:14% (-6%))
Z	-3.385(a) .001	-3.357(a) .001	-2.667(a) .008	-537(a) .592	-1.633(b) .102	-2.309(b) .021	-3.384(b) .001	-1.265(b) .206	-3.169(b) .002	-2.303(b) .021
Asymp. Sig. (2-tailed)										

a Based on positive ranks.

b Based on negative ranks.

c Wilcoxon Signed Ranks Test

## Lampiran 15. Data Uji Mutu Organoleptik : Aroma Tiwul

Panelis	Kontrol (T0) (100% : 0% : 0%)						Perlakuan 1 (T1) (80% : 18% : 2%)						Perlakuan 2 (T2) (80% : 16% : 4%)						Perlakuan 3 (T3) (80% : 14% : 6%)						Perlakuan 4 (T4) (80% : 12% : 8%)					
	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median
1	4	4	2	4	2	4	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	
2	5	4	5	5	5	5	1	1	1	2	2	1	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	
3	4	5	4	3	4	4	4	2	2	2	3	2	4	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	3	5	
4	5	3	5	5	4	5	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	2	
5	2	3	3	2	3	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	4	3	
6	4	4	5	4	5	4	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	5	5	5	5	5	
7	5	4	4	4	3	4	2	3	2	2	5	2	3	1	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	5	3	3	4	
8	1	1	3	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	5	3	3	3	4	3	3	5	4	4	3		
9	5	4	2	4	4	4	3	3	3	4	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	4	3	3	5	3	
10	5	4	4	4	4	4	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	3	1	3	3	2	3	3	3	2	3		
11	2	3	3	3	4	3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3		
12	4	4	4	4	3	4	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3		
13	3	3	4	3	4	3	2	2	2	1	2	2	2	1	3	3	3	3	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1		
14	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	
15	4	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3		
16	5	5	5	5	4	5	3	3	2	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	4	4		
17	4	3	4	4	4	4	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2		
18	4	3	3	3	4	3	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2		
19	5	4	4	4	4	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3		
20	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3		
21	4	4	4	3	3	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	4	3	3	3	2	
22	3	3	3	4	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	4	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	3	3	3	
23	5	2	5	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3	3	5	2	2	2	2	5	3	4	3	3	
24	3	3	3	2	1	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	5	2	3	2	2	2	2	5	3	3	5		
25	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	4	3	2	3	4	3	3	3	2	2	3	3	4	3	4	3		

**Lampiran 16. Analisis Statistik Nilai Organoleptik Aroma Tiwul****N Par****Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	25	3.4400	1.00333	1.00	5.00
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	25	2.3200	.55678	1.00	3.00
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	25	2.4400	.50662	2.00	3.00
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	25	2.4000	.50000	2.00	3.00
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	25	3.1200	.66583	2.00	5.00

**Friedman Test****Ranks**

	Mean Rank
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	4.04
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	2.28
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	2.52
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	2.38
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	3.78

**Test Statistics(a)**

N	25
Chi-Square	36.760
df	4
Asymp. Sig.	.000

a Friedman Test

**Uji Lanjut Wilcoxon Signed Ranks Test terhadap Aroma Tiwul****Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	20(a)	13.40	268.00
	Positive Ranks	4(b)	8.00	32.00
	Ties	1(c)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	17(d)	11.85	201.50
	Positive Ranks	4(e)	7.38	29.50
	Ties	4(f)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	19(g)	11.76	223.50
	Positive Ranks	3(h)	9.83	29.50
	Ties	3(i)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	13(j)	10.08	131.00
	Positive Ranks	6(k)	9.83	59.00
	Ties	6(l)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	4(m)	6.00	24.00
	Positive Ranks	7(n)	6.00	42.00
	Ties	14(o)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	5(p)	6.50	32.50
	Positive Ranks	7(q)	6.50	45.50
	Ties	13(r)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	0(s)	.00	.00
	Positive Ranks	15(t)	8.00	120.00
	Ties	10(u)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	3(v)	3.00	9.00
	Positive Ranks	2(w)	3.00	6.00
	Ties	20(x)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	2(y)	9.00	18.00
	Positive Ranks	17(z)	10.12	172.00
	Ties	6(aa)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	Negative Ranks	0(bb)	.00	.00
	Positive Ranks	16(cc)	8.50	136.00
	Ties	9(dd)		
	Total	25		

- a Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 b Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 c Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 d Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 e Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 f Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 g Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 h Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 i Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 j Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 k Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 l Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 m Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 n Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 o Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 p Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 q Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 r Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 s Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 t Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 u Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 v Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 w Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 x Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 y Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 z Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 aa Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 bb Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 cc Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 dd Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)

**Test Statistics(c)**

	Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 3(T3)	Perlakuan 4(T4)	Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 3(T3)	Perlakuan 4(T4)	Perlakuan 1(T1)	Perlakuan 2(T2)	Perlakuan 3(T3)	Perlakuan 4(T4)
Perlakuan 1(T1)	(80%:18%:2%)	(80%:16%:4%)	(80%:14%:6%)	(80%:12%:8%)	(80%:16%:2%)	(80%:14%:4%)	(80%:14%:6%)	(80%:12%:8%)	(80%:16%:2%)	(80%:16%:4%)	(80%:14%:6%)	(80%:12%:8%)
Kontrol (T0)	(100%:0%:0%)	(100%:12%:8%)	(100%:14%:6%)	(100%:12%:8%)	(100%:16%:4%)	(100%:18%:2%)	(100%:18%:4%)	(100%:16%:6%)	(100%:16%:4%)	(100%:16%:6%)	(100%:14%:8%)	(100%:12%:10%)
Z	-3.483(a)	-2.182(b)	-2.122(b)	-1.554(a)	-2.095(b)	-1.577(b)	-1.542(b)	-1.447(a)	-1.392(b)	-1.381(b)		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.012	.012	.124	.064	.564	.900	.655	.901	.911		

a Based on positive ranks

b Based on negative ranks

c Wilcoxon Signed Ranks Test

## Lampiran 7. Data Uji Mutu Organoleptik : Rasa Tiwul

Panelis	Kontrol (T0) (100% : 0% : 0%)					Perlakuan 1 (T1) (80% : 18% : 2%)					Median	Perlakuan 2 (T2) (80% : 16% : 4%)					Median	Perlakuan 3 (T3) (80% : 14% : 6%)					Median	Perlakuan 4 (T4) (80% : 12% : 8%)				
	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	1	3	5	5	5	5	5	
2	1	1	2	2	1	1	3	3	4	3	5	3	2	3	3	3	2	3	3	3	4	2	3	3	4	5	4	4
3	3	2	1	2	3	2	1	2	1	2	2	2	2	4	3	3	3	3	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5
4	3	5	4	4	4	4	1	1	1	2	3	1	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	4	4	4	1
5	4	4	5	4	5	4	3	3	3	5	2	3	3	5	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	5	4	4	4
6	5	4	5	3	5	5	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	5	5	3
7	3	3	1	3	4	3	1	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	3	2	3	4	4	2
8	1	1	2	1	1	1	4	5	4	2	4	4	3	3	3	4	5	3	5	3	3	2	3	2	2	5	5	3
9	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	1	2	2	3	3	3	4	2	3	4	4	5	4
10	3	3	3	3	3	3	1	3	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3	2	2	2	2	3	2	3	1
11	2	2	3	3	3	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	3	3	2	3
12	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	3	3	3	1	3	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	3	3	2	3
14	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2	3	2	3	3	3	4	4	3
15	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
16	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
17	3	3	3	4	4	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
18	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	3	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1
19	4	4	1	3	4	4	3	3	2	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2	2	3	2	2	4	4	4	4	3
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21	3	3	2	3	4	3	4	2	2	2	3	2	3	2	2	4	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3
22	3	3	3	4	1	3	3	2	2	2	1	2	3	2	4	2	2	2	2	2	3	1	2	2	3	3	2	3
23	3	5	5	5	5	5	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	3	4
24	1	1	1	1	1	1	3	3	3	5	3	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
25	2	2	1	2	1	2	4	2	2	2	3	2	4	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	4	4	4

**Lampiran 18 . Analisis Uji Statistik Nilai Organoleptik Rasa Tiwul*****NPar Tests******Descriptive Statistics***

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	25	3.1600	.89815	1.00	5.00
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	25	2.4000	.91287	1.00	4.00
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	25	2.6000	.81650	1.00	4.00
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	25	2.7600	.66332	2.00	4.00
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	25	3.5600	1.00333	1.00	5.00

***Friedman Test******Ranks***

	Mean Rank
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	3.46
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	2.18
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	2.48
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	2.72
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	4.16

***Test Statistics(a)***

N	25
Chi-Square	38.715
df	4
Asymp. Sig.	.000

a Friedman Test

### **Uji Lanjut Wilcoxon Signed Ranks Test terhadap Rasa Tiwul**

#### **Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	13(a)	7.73	100.50
	Positive Ranks	1(b)	4.50	4.50
	Ties	11(c)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	14(d)	9.32	130.50
	Positive Ranks	3(c)	7.50	22.50
	Ties	8(f)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	12(g)	8.13	97.50
	Positive Ranks	3(h)	7.50	22.50
	Ties	10(i)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	1(j)	5.50	5.50
	Positive Ranks	10(k)	6.05	60.50
	Ties	14(l)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	3(m)	5.00	15.00
	Positive Ranks	7(n)	5.71	40.00
	Ties	15(o)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	2(p)	5.00	10.00
	Positive Ranks	9(q)	6.22	56.00
	Ties	14(r)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	0(s)	.00	.00
	Positive Ranks	18(t)	9.50	171.00
	Ties	7(u)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	3(v)	5.50	16.50
	Positive Ranks	7(w)	5.50	38.50
	Ties	15(x)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	2(y)	6.00	12.00
	Positive Ranks	17(z)	10.47	178.00
	Ties	6(aa)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	Negative Ranks	1(bb)	7.50	7.50
	Positive Ranks	17(cc)	9.62	163.50
	Ties	7(dd)		
	Total	25		

- a Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 b Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 c Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 d Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 e Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 f Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 g Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 h Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 i Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 j Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 k Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 l Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 m Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 n Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 o Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 p Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 q Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 r Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 s Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 t Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 u Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 v Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 w Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 x Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 y Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 z Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 aa Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 bb Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 cc Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 dd Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)

**Test Statistics(c)**

	Perlakuan 1(T1) (80%:18%: 2%)	Perlakuan 2(T2) (80%:16%: 4%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%: 6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 2(T2) (80%:16%: 4%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%: 6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%: 6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)
Z	-3.094(a)	-2.738(a)	-2.357(a)	-2.673(b)	-1.387(b)	-2.179(b)	-3.810(b)	-1.265(b)	-3.438(b)	-3.601(b)
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	.006	.018	.008	.166	.029	.000	.206	.001	.000

a Based on positive ranks.

b Based on negative ranks

c Wilcoxon Signed Ranks Test

Lampiran 9. Data Uji Mutu Organoleptik : Tekstur Tiwul

Pancis	Kontrol (T0) (100% : 0% : 0%)						Perlakuan 1 (T1) (80% : 18% : 2%)						Perlakuan 2 (T2) (80% : 16% : 4%)						Perlakuan 3 (T3) (80% : 14% : 6%)						Perlakuan 4 (T4) (80% : 12% : 8%)							
	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median	1	2	3	4	5	Median		
1	2	5	2	4	4	4	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	3	3	5	3	3	1	3	3		
2	2	2	4	3	2	2	3	3	4	3	3	3	1	2	4	4	2	2	2	2	3	4	2	2	3	4	3	4	3	3		
3	3	1	3	3	2	3	2	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	4		
4	4	4	2	5	4	4	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4		
5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	2	4	2	3	3	4	2	2	2	4	4	2	3	2	3	3	3	2	4	3	3	
6	4	5	5	3	5	5	2	3	4	5	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	2	3		
7	3	5	3	4	4	4	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	3	3	3	2	1	3	
8	2	3	5	3	2	3	5	5	3	2	4	4	4	1	1	1	5	1	1	1	3	4	4	1	5	4	4	3	3	4	3	3
9	4	3	4	5	3	4	3	3	2	4	4	3	3	2	4	3	2	2	2	2	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	
10	4	2	5	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	
11	2	3	2	3	5	3	2	1	2	2	4	2	1	3	2	2	5	2	2	4	2	2	5	2	2	2	2	2	2	5	2	
12	3	4	3	5	4	4	2	1	2	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	4	4	4	1	4		
13	3	3	1	2	3	3	1	1	2	4	1	1	3	1	3	1	1	1	3	3	2	3	2	3	4	4	4	2	2	4		
14	4	5	4	4	5	4	2	4	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	4	3	3	3	2	3		
15	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	4	3	3	2	2	3	4	2	2	4	3	3	4	4	4		
16	5	5	5	2	5	5	2	3	1	2	2	2	4	2	3	3	2	3	3	1	3	2	3	4	3	4	4	4	4			
17	3	4	4	3	1	3	3	3	2	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4		
18	1	3	1	3	1	1	2	2	2	2	1	2	3	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2		
19	4	4	4	4	4	4	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3		
20	2	3	3	2	3	3	2	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2		
21	2	3	2	2	4	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3		
22	4	4	5	4	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	3	2	1	2	2	1	2	3	2	3	3	4	3		
23	5	2	4	5	4	4	5	3	1	2	4	3	2	4	2	3	5	3	3	5	2	5	4	4	3	3	3	2	2	3		
24	3	4	5	3	5	4	2	2	4	5	4	4	4	5	4	5	1	4	2	1	3	1	1	1	4	5	5	4	5			
25	3	4	5	3	5	4	2	2	4	5	4	4	4	5	4	5	1	4	2	1	3	1	1	1	4	4	2	5	4	4		

## Lampiran 20 Analisis Uji Statistik Nilai Organoleptik Tekstur Tiwul

### NPar Tests

#### Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	25	3.3200	.85245	1.00	5.00
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	25	2.2400	.72342	1.00	4.00
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	25	2.5200	.77028	1.00	4.00
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	25	2.8000	.70711	2.00	4.00
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	25	3.2400	.77889	2.00	5.00

### Friedman Test

#### Ranks

	Mean Rank
Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	3.82
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	2.00
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	2.44
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	3.00
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%)	3.74

#### Test Statistics(a)

N	25
Chi-Square	34.424
df	4
Asymp. Sig.	.000

a Friedman Test

**Uji Lanjut Wilcoxon Signed Ranks Test terhadap Tekstur Tiwul****Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	19(a)	12.21	232.00
	Positive Ranks	3(b)	7.00	21.00
	Ties	3(c)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	17(d)	10.29	175.00
	Positive Ranks	2(e)	7.50	15.00
	Ties	6(f)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	12(g)	9.33	112.00
	Positive Ranks	4(h)	6.00	24.00
	Ties	9(i)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Kontrol (T0)(100%:0%:0%)	Negative Ranks	10(j)	9.50	95.00
	Positive Ranks	8(k)	9.50	76.00
	Ties	7(l)		
	Total	25		
Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	3(m)	6.00	18.00
	Positive Ranks	9(n)	6.67	60.00
	Ties	13(o)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	2(p)	7.50	15.00
	Positive Ranks	14(q)	8.64	121.00
	Ties	9(r)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)	Negative Ranks	0(s)	.00	.00
	Positive Ranks	16(t)	8.50	136.00
	Ties	9(u)		
	Total	25		
Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	4(v)	6.00	24.00
	Positive Ranks	9(w)	7.44	67.00
	Ties	12(x)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)	Negative Ranks	0(y)	.00	.00
	Positive Ranks	14(z)	7.50	105.00
	Ties	11(aa)		
	Total	25		
Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) - Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)	Negative Ranks	2(bb)	6.00	12.00
	Positive Ranks	11(cc)	7.18	79.00
	Ties	12(dd)		
	Total	25		

- a Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 b Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 c Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 d Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 e Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 f Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 g Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 h Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 i Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 j Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 k Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 l Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Kontrol (T0)(100%:0%:0%)  
 m Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 n Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 o Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 p Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 q Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 r Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 s Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 t Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 u Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 1(T1) (80%:18%:2%)  
 v Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 w Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 x Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 y Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 z Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 aa Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 2(T2) (80%:16%:4%)  
 bb Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) < Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 cc Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) > Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)  
 dd Perlakuan 4(T4) (80%:12%:8%) = Perlakuan 3(T3) (80%:14%:6%)

**Test Statistics(c)**

	Perlakuan 1(T1) (80%:18%: 2%)	Perlakuan 2(T2) (80%:16%: 4%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%: 6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 2(T2) (80%:16%: 4%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%: 6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 3(T3) (80%:14%: 6%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)	Perlakuan 4(T4) (80%:12%: 8%)
Kontrol	(T0)(100%:0%:0%)										
Z	-3.524(a)	-2.586(a)	-2.572(a)	-1.471(a)	-1.817(b)	-2.977(b)	-3.692(b)	-1.615(b)	-3.491(b)	-2.517(b)	
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.001	0.001	0.001	0.118	0.037	0.011	0.003	0.065	0.000	0.012	

a Based on positive ranks.

b Based on negative ranks

c Wilcoxon Signed Ranks Test

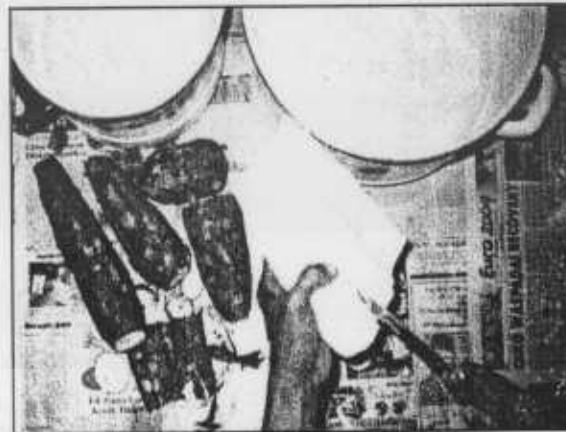
**Lampiran 20. Form Analisis Penentuan Perlakuan Terbaik****Form Analisis Penentuan Perlakuan Terbaik**

No.	Variabel	Bobot	Nilai					Total Nilai (Nilai x Bobot)				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
			100%: 20% : 0%	80%: 18% : 2%	80%: 16% : 4%	80%: 14% : 6%	80%: 12% : 8%	100%: 0% : 0%	80%: 18% : 2%	80%: 16% : 4%	80%: 14% : 6%	80%: 12% : 8%
<b>A. Kandungan</b>												
1. Protein		9	1	5	4,4513	4,0281	3,5550	9	45	40,0887	36,2529	31,9950
2. Lemak		6	2,1428	5	3,3458	2,1879	1	12,8568	30	20,0748	13,1274	6
3. Besi		8	1	5	4,529	4,0463	3,5364	8	40	36,2072	32,3704	28,2912
4. Yodium		9	1	2,4064	3,2447	4,1066	5	9	21,6576	29,2023	36,9594	45
5. Serat Kasar		8	1	5	4,8891	4,7653	4,5534	8	40	39,1128	38,1224	36,4272
6. Kadar Air		8	1	2,5405	3,4324	4,0270	5	8	20,3240	27,4592	32,2160	45
<b>B. Nilai Organoleptik</b>												
1. Rasa		10	4,040	2,140	2,400	2,820	3,600	40,4	21,4	24	28,2	36
2. Warna		10	4,040	2,280	2,520	2,380	3,780	40,4	22,8	25,2	23,8	37,8
3. Aroma		10	3,460	2,180	2,480	2,720	4,160	34,6	21,8	24,8	27,2	41,6
4. Tekstur/Kekentalan		10	3,820	2,000	2,440	3,000	3,740	38,2	20,0	24,4	30,0	37,40
<b>Jumlah</b>								<b>208,4568</b>	<b>282,9816</b>	<b>290,545</b>	<b>298,2485</b>	<b>345,5134</b>

Catatan: Jumlah nilai terbesar adalah perlakuan terbaik



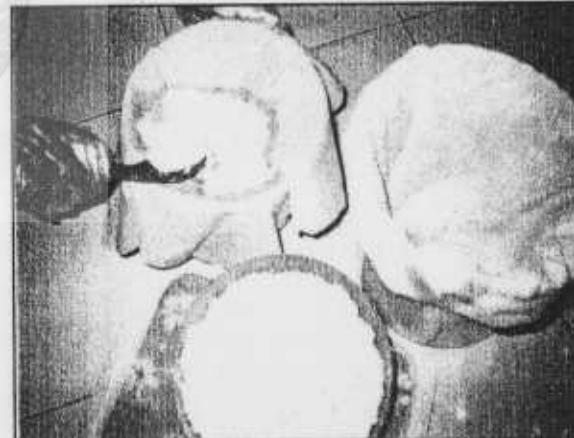
Gambar 1. Ubi Kayu



Gambar 2. Pengupasan Kulit Ubi Kayu



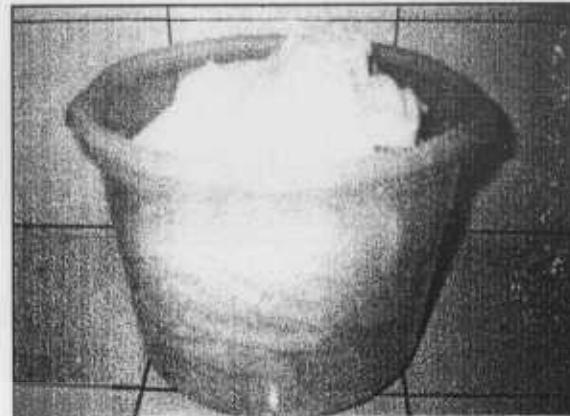
Gambar 3. Pemarutan Ubi Kayu



Gambar 4. Pemerasan Ubi Kayu Parut



Gambar 5. Pemerasan Ubi Kayu Parut



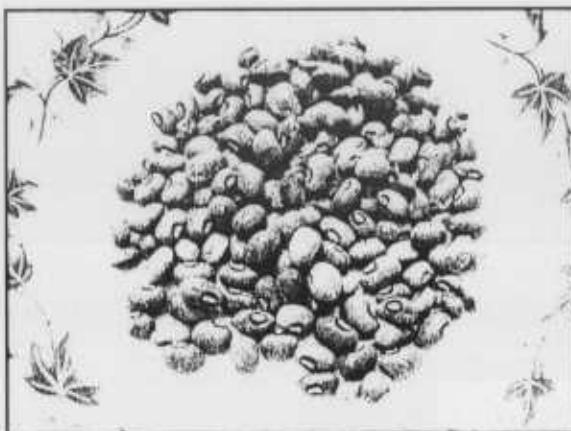
Gambar 6. Proses Fermentasi Ubi Kayu



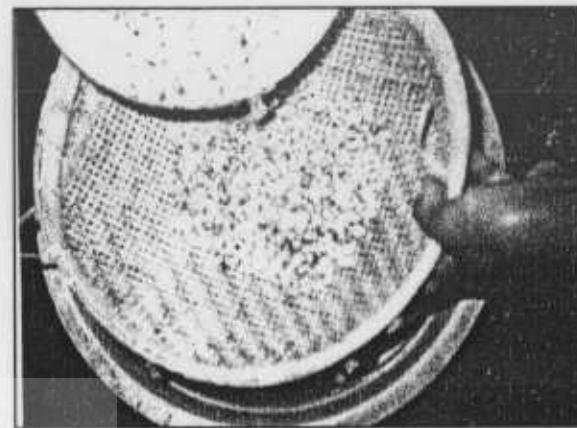
Gambar 7. Pengeringan Ubi Kayu Hasil Fermentasi



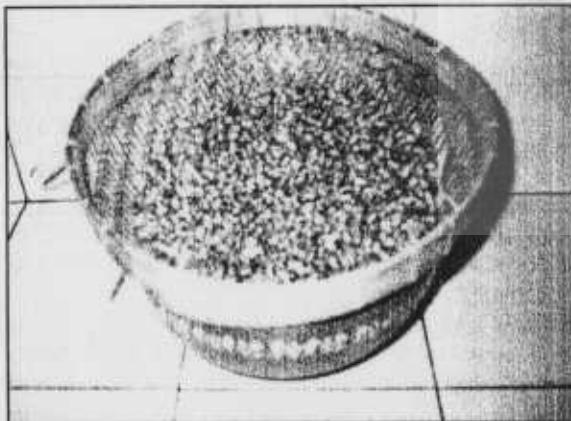
Gambar 8. Penyaringan Tepung Ubi Kayu Terfermentasi



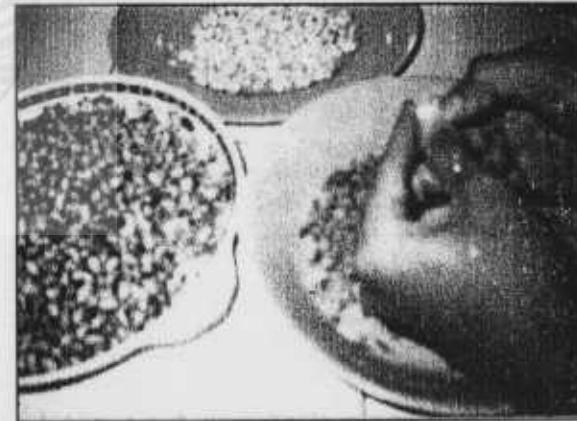
Gambar 9. Kacang Tunggak\*



Gambar 10. Penyaringan Kcg. Tunggak Setelah Perendaman



Gambar 11. Perkecambahan Kacang Tunggak



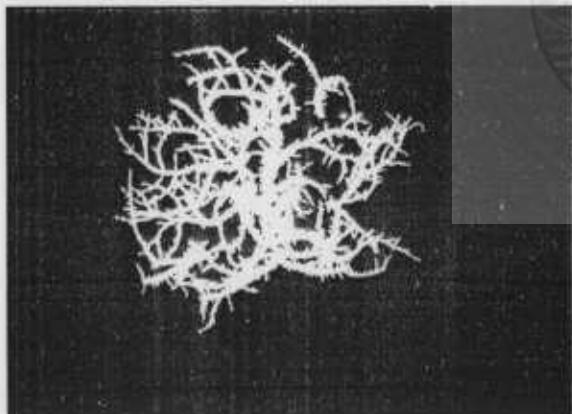
Gambar 12. Pengupasan Kulit Kcg. Tunggak



Gambar 13. Penggilingan Tpg. Kcmbh. Kcg Tunggak



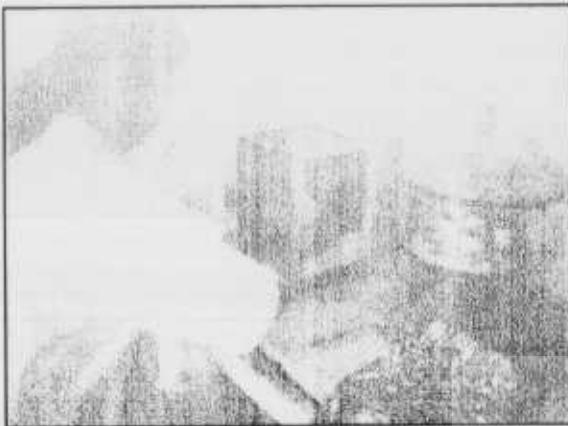
Gambar 14. Penimbangan Tepung Ubi Kayu



Gambar 15. *Eucheuma cottonii* (Setelah Perendaman)



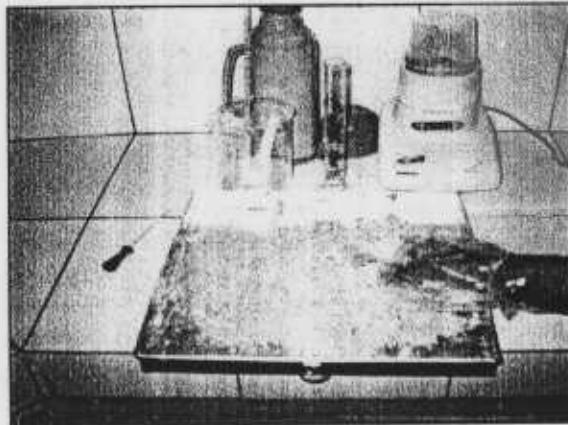
Gambar 16. Penghancuran Rumput Laut



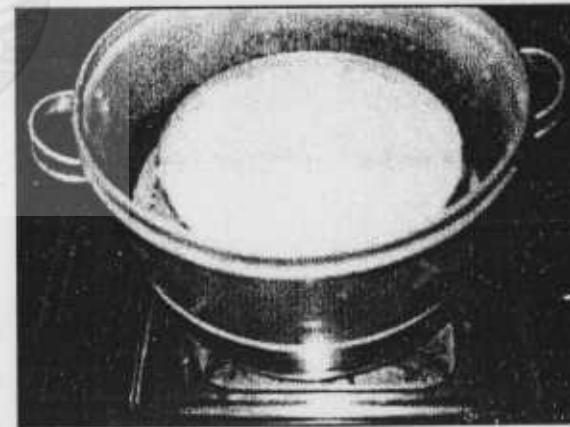
Gambar 17. Penimbangan Rumput Laut



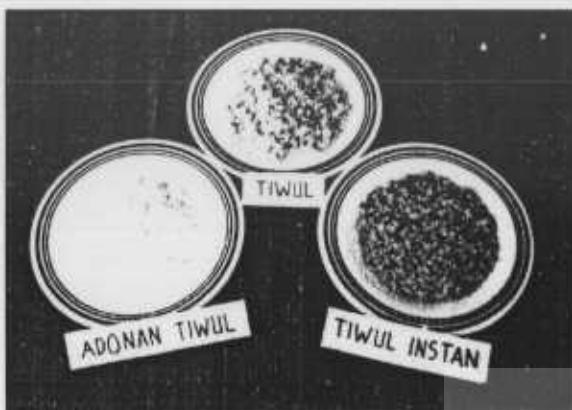
Gambar 18. Pencampuran Bahan



Gambar 19. Proses Pembuatan Tiwul



Gambar 20. Penempatan Tiwul Pada Pengukus



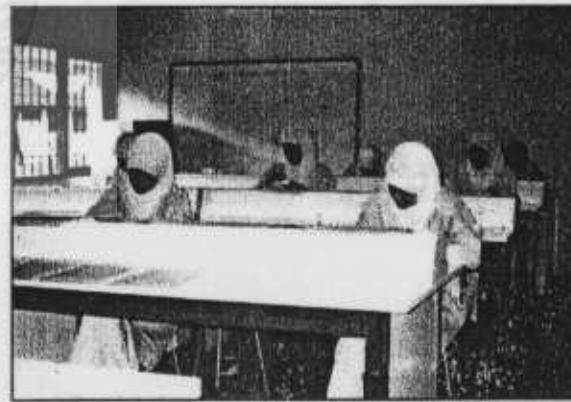
Gambar 21. Produk Tiwul



Gambar 22. Penilaian Organoleptik Tiwul



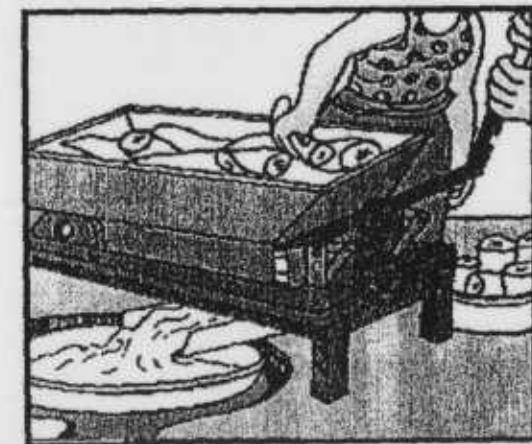
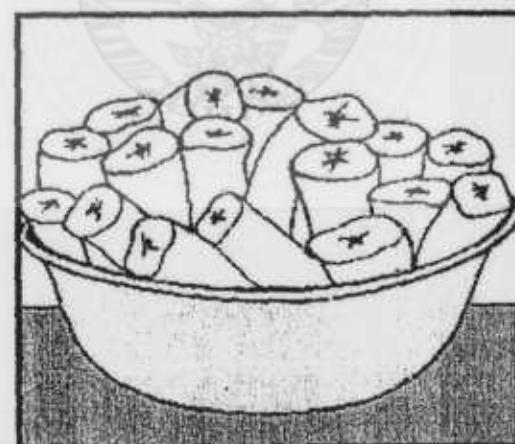
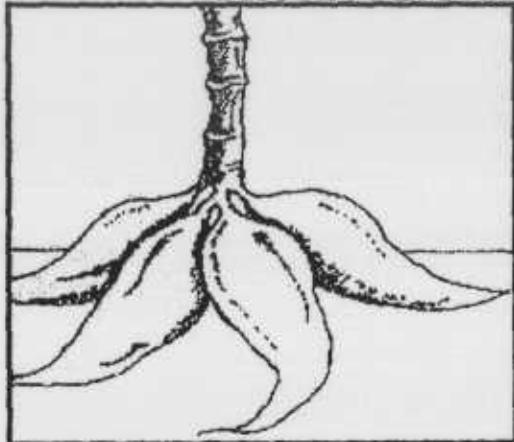
Gambar 23. Penilaian Organoleptik Tiwul



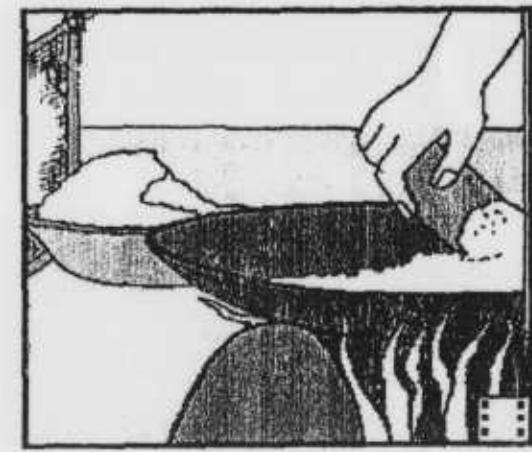
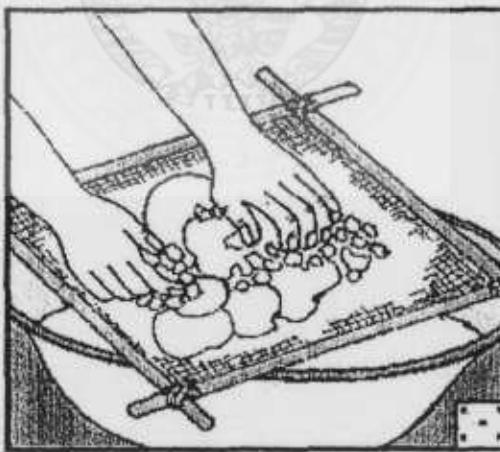
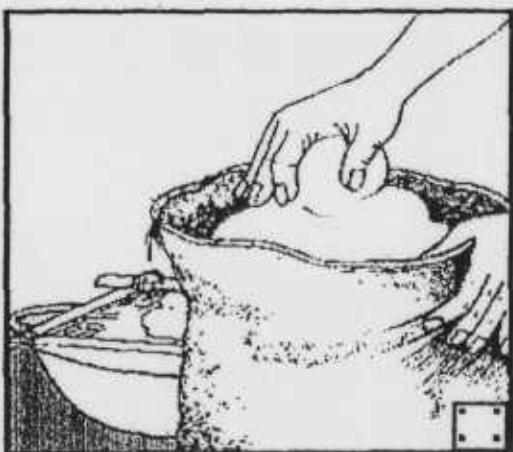
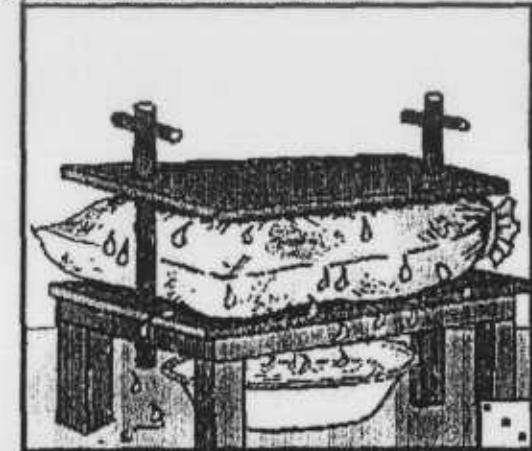
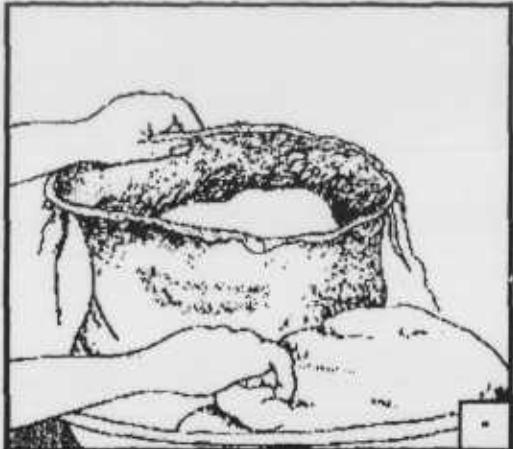
Gambar 24. Penilaian Organoleptik Tiwul



PROSES PEMBUATAN GARI DARI CASSAVA (UBI KAYU) SECARA MANUAL



## PROSES PEMBUATAN GARI DARI CASSAVA (UBI KAYU) SECARA MANUAL



ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga  
**PROSES PEMBUATAN GARI DARI CASSAVA (UBI KAYU) SECARA MANUAL**  
Sumber: IMDP (2004)

