

**PENGARUH LAMA PEREBUSAN TERHADAP
KUALITAS TEPUNG BUAH MANGROVE *Avicennia marina***

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

SUCI PURNAMA SARI

NIM. 0510830068

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
MALANG
2010**

PENGARUH LAMA PEREBUSAN TERHADAP
KUALITAS TEPUNG BUAH MANGROVE *Avicennia marina*

LAPORAN SKRIPSI

Oleh :

SUCI PURNAMA SARI

NIM. 0510830068

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS.
Tanggal :

Dosen Penguji II

Ir. Yahya, MS.
Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP.
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS.
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS.
Tanggal :

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
1.6 Tempat dan Waktu.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ekosistem Mangrove.....	6
2.1.1 Fungsi Ekosistem Mangrove.....	8
2.1.2 Kerusakan Ekosistem Mangrove.....	12
2.2 Pohon Api-api (A. Marina).....	14
2.3 Perebusan.....	16
2.4 Penepungan.....	18
2.5 Tepung Mangrove.....	19
2.5.1 Kualitas Tepung Mangrove.....	19
2.6 Logam Berat Timbal.....	20
2.6.1 Sumber Pencemaran Logam Berat Timbal.....	22
2.6.2 Efek Logam Berat Terhadap Makhluk Hidup.....	23
2.7 Na ₂ EDTA.....	25
2.7.1 Sifat Fisikokimia Na ₂ EDTA.....	25
2.7.2 Kegunaan Na ₂ EDTA.....	26
2.7.3 Efek Na ₂ EDTA Terhadap Kesehatan.....	27
2.8 Iodium (I).....	27
2.9 Serat Kasar.....	28



BAB III MATERI DAN METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian 30

 3.1.1 Bahan Penelitian 30

 3.1.2 Alat Penelitian..... 30

3.2 Metode Penelitian 31

3.3 Rangkaian Peneletian 31

 3.3.1 Penelitian Pendahuluan I 31

 3.3.2 Penelitian Pendahuluan II 33

 3.3.3 Penelitian Pendahuluan III 35

 3.3.4 Penelitian Utama 37

 3.3.5 Variabel Penelitian 37

3.4 Rancangan Percobaan 37

3.5 Parameter Uji 40

 3.5.1 Kadar Pb 40

 3.5.2 Kadar Iodium 41

 3.5.3 Kadar Serat Kasar 41

 3.5.4 Kadar Protein 41

 3.5.5 Kadar Lemak 42

 3.5.6 Kadar Air 42

 3.5.7 Kadar Abu 43

3.6 Penentuan Perlakuan Terbaik..... 43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian 44

4.2 Kadar Timbal 44

4.3 Kadar Iodium 47

 4.2.3 Serat Kasar 49

 4.2.4 Kadar Protein 51

 4.2.5 Kadar Lemak 52

 4.2.6 Kadar Air 53

 4.2.7 Kadar Abu 55

 4.2.8 Uji Organoleptik 56

 4.2.8.1 Aroma 56

 4.2.8.2 Warna 57

 4.2.8.3 Rasa 58

 4.2.8.4 Tekstur 60

4.3 Perlakuan Terbaik..... 62



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 64

5.2 Saran 64

DAFTAR PUSTAKA 65

LAMPIRAN 71



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kadar Timbal <i>A. marina</i> Penelitian Pendahuluan I	32
2. Kadar Timbal <i>A. marina</i> Penelitian Pendahuluan II	34
3. Kadar Timbal <i>A. marina</i> Penelitian Pendahuluan III	35
4. Model Rancangan Penelitian Utama Pembuatan Tepung <i>A. marina</i>	40
5. Hasil Analisis Terhadap Parameter Objektif dan Parameter Subjektif Tepung <i>A. marina</i>	44
6. Hasil Rata-rata Kadar Timbal Tepung <i>A. marina</i>	45
7. Hasil Rata-rata Kadar Iodium Tepung <i>A. marina</i>	47
8. Hasil Rata-rata Serat Kasar Tepung <i>A. marina</i>	49
9. Hasil Rata-rata Kadar Protein Tepung <i>A. marina</i>	50
10. Hasil Rata-rata Kadar Lemak Tepung <i>A. marina</i>	51
11. Hasil Rata-rata Kadar Air Tepung <i>A. marina</i>	52
12. Hasil Rata-rata Kadar Abu Tepung <i>A. marina</i>	53
13. Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Aroma Tepung <i>A. marina</i>	53
14. Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Warna Tepung <i>A. marina</i>	54
15. Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Rasa Tepung <i>A. marina</i>	55
16. Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Tekstur Tepung <i>A. marina</i>	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ekosistem Mangrove di Wilayah Pesisir	7
2. Fungsi Ekologi Hutan Mangrove Sebagai <i>Nursery Ground</i>	9
3. Morfologi Buah <i>A. marina</i>	15
4. Molekul Timbal	21
5. Profil molekul Na ₂ EDTA	26
6. Diagram Alir Proses Penelitian Pendahuluan I	33
8. Diagram Alir Proses Penelitian Pendahuluan II	34
9. Diagram Alir Proses Penelitian Pendahuluan III	36
10. Diagram Alir Proses Penelitian Utama	38
11. Grafik Regresi Antara Lama Perebusan Buah <i>A. marina</i> Terhadap Kadar Timbal	46
12. Grafik Regresi Antara Lama Perebusan Buah <i>A. marina</i> Terhadap Kadar Iodium	49
13. Grafik Regresi Antara Lama Perebusan Buah <i>A. marina</i> Terhadap Uji Organoleptik Rasa	60
14. Grafik Regresi Antara Lama Perebusan Buah <i>A. marina</i> Terhadap Uji Organoleptik Tekstur	6249

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Analisa Kadar Timbal	55
2. Prosedur Analisa Kadar Iodium	67
3. Prosedur Analisa Serat Kasar	68
4. Prosedur Analisa Kadar Protein	69
5. Prosedur Analisa Kadar Lemak	70
6. Prosedur Analisa Kadar Air	71
7. Prosedur Analisa Kadar Abu	72
8. Lembar Pengujian Organoleptik	73
9. Penentuan Perlakuan Terbaik	74
10. Kadar Timbal Penelitian Pendahuluan I	76
11. Kadar Timbal Penelitian Pendahuluan II	77
12. Kadar Timbal Penelitian Pendahuluan III	78
13. Uji Organoleptik Aroma	79
14. Uji Organoleptik Warna	81
15. Uji Organoleptik Rasa	83
16. Uji Organoleptik Tekstur	85
17. Kadar Timbal	87
18. Kadar Iodium	88
19. Serat Kasar	89
20. Kadar Protein	90
21. Kadar Lemak	91
22. Kadar Air	92
23. Kadar Abu	93
24. Nilai pH	94
25. Perlakuan Terbaik Penelitian Utama	95

RINGKASAN

SUCI PURNAMA SARI (0510830068). Skripsi tentang Pengaruh Lama Perebusan Terhadap Kualitas Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina*. (dibawah bimbingan **Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP dan Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MP**)

Mangrove merupakan salah satu ekosistem langka dan khas di dunia, karena luasnya hanya 2% permukaan bumi. Indonesia merupakan kawasan ekosistem mangrove terluas di dunia. Ekosistem ini memiliki peranan ekologi, sosial-ekonomi dan sosial-budaya yang sangat penting. Fungsi ekologi hutan mangrove meliputi tempat sekuestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari abrasi, intrusi air laut dan gelombang badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, pemijahan dan pembesaran berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung dan fauna lain serta pembentuk daratan (Setyawan, 2002).

Kemampuan vegetasi mangrove dalam mengakumulasi logam berat dapat dijadikan alternatif perlindungan perairan estuari sehingga mangrove dapat digunakan sebagai salah satu biomaterial untuk penyerapan logam berat. Setiap spesies mangrove memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat yang berbeda. Salah satu jenis mangrove yang mampu mengakumulasi logam berat ialah *Avicennia marina* (pohon api-api) (Terramitra, 2001).

Salah satu pemanfaatan *A. marina* menjadi bahan pangan, yaitu dengan mengolahnya menjadi tepung (Santoso *et al*, 2005). Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur dan dibentuk (Suarni, 2004).

Pemanfaatan *A. marina* sebagai tepung diharapkan memiliki kualitas yang sama dengan kualitas tepung terigu yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2006 mengenai syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan, yaitu dengan batas maksimum cemaran logam berat Pb sebesar 1,00 ppm. Sehingga, dengan adanya tepung buah *A. marina* dapat membantu memenuhi kebutuhan konsumen akan tepung terigu.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui lama perebusan terhadap kualitas buah mangrove *A. marina* dan menentukan lama perebusan optimal untuk menghasilkan tepung buah mangrove *A. marina* dengan kualitas terbaik.

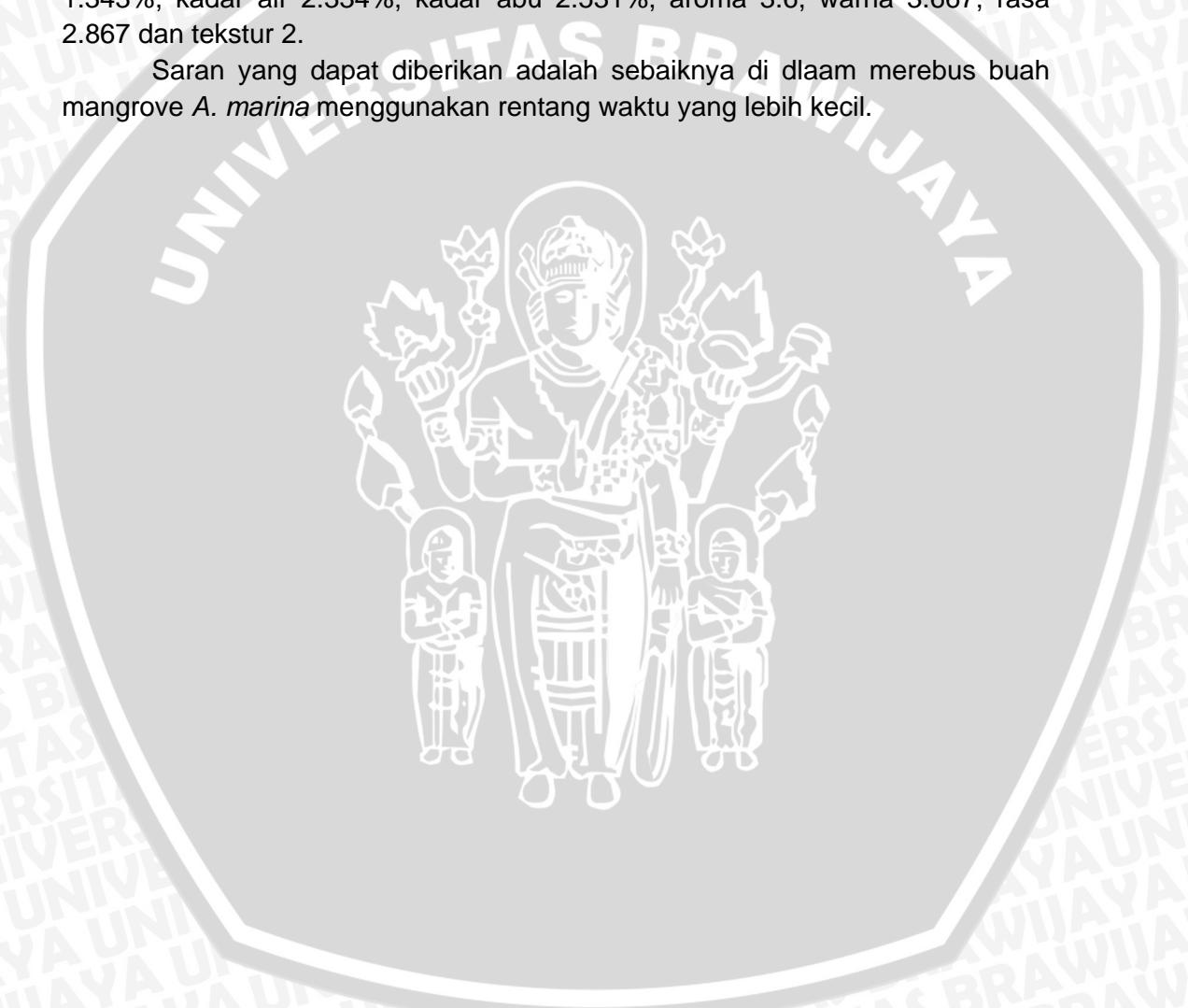
Metode yang digunakan adalah metode metode eksperimen. Rancangan Percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan ulangan sebanyak empat kali. Perlakuan yang dilakukan adalah pembuatan tepung buah mangrove *A. marina* dengan lama perebusan 85 menit (1), 90 menit (2), 95 menit (3), 100 menit (4) dan 105 menit (5). Selanjutnya dilakukan pengujian kualitas tepung buah mangrove *A. marina* meliputi kadar timbal, kadar iodium, kadar serat kasar, kadar protein, kadar lemak, kadar air dan kadar abu dan uji organoleptik (aroma, warna, rasa dan tekstur). Data parametrik dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam dengan uji lanjut Beda

Nyata Terkecil. Sedangkan data non parametrik dianalisis dengan sidik ragam dan uji lanjut Kurskall Wallis. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode de Garmo.

Lama perebusan berpengaruh nyata terhadap kualitas tepung buah *A. marina*, yaitu pada kadar timbal dan kadar iodium serta uji organoleptik rasa dan tekstur. Tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar serat kasar, protein, lemak, air dan abu serta uji organoleptik aroma dan warna.

Lama perebusan yang optimal untuk menghasilkan tepung buah mangrove *A. marina* dengan kualitas terbaik adalah selama 105 menit (perlakuan 5). Hasil analisis yang diperoleh adalah kadar timbal 0.33 ppm, kadar iodium 4.413 ppm, kadar serat kasar 26.581%, kadar protein 5.939%, kadar lemak 1.343%, kadar air 2.334%, kadar abu 2.531%, aroma 3.6, warna 3.667, rasa 2.867 dan tekstur 2.

Saran yang dapat diberikan adalah sebaiknya di dalam merebus buah mangrove *A. marina* menggunakan rentang waktu yang lebih kecil.



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan pesisir pantai di Indonesia cenderung dipenuhi berbagai aktifitas berupa industri, pelabuhan, perikanan, transportasi dan pemukiman. Banyak dari aktifitas tersebut mempengaruhi keseimbangan ekosistem pesisir pantai. Salah satu permasalahan utama ialah pembuangan limbah dari berbagai aktifitas tersebut ke laut yang kemudian menjadi muara tempat pembuangan limbah. Banyaknya limbah yang di buang ke laut menyebabkan keseimbangan ekosistem terganggu, baik dari ekosistem mangrove, ekosistem terumbu karang hingga ekosistem lamun yang ada didasar laut.

Berbagai penelitian mengenai dampak pembuangan limbah ke laut telah banyak dilakukan. Pada umumnya, pencemaran lingkungan perairan pesisir disebabkan oleh logam-logam berat seperti kadmium, timbal dan tembaga yang berasal dari limbah industri. Peningkatan kadar logam berat di dalam perairan akan diikuti oleh peningkatan kadar zat tersebut dalam organisme air seperti kerang, rumput laut, mangrove dan biota laut lainnya (Morganof, 2003).

Mangrove merupakan salah satu ekosistem langka dan khas di dunia, karena luasnya hanya 2% permukaan bumi. Indonesia merupakan kawasan ekosistem mangrove terluas di dunia. Ekosistem ini memiliki peranan ekologi, sosial-ekonomi dan sosial-budaya yang sangat penting. Fungsi ekologi hutan mangrove meliputi tempat sekuestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari abrasi, intrusi air laut dan gelombang badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, pemijahan dan pembesaran berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung dan fauna lain serta pembentuk daratan (Setyawan, 2002).

Kemampuan vegetasi mangrove dalam mengakumulasi logam berat dapat dijadikan alternatif perlindungan perairan estuari sehingga mangrove dapat digunakan sebagai salah satu biomaterial untuk penyerapan logam berat. Setiap spesies mangrove memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat yang berbeda. Salah satu jenis mangrove yang mampu mengakumulasi logam berat ialah *Avicennia marina* (pohon api-api) (Ecoton, 2002).

Dalam menanggulangi logam berat, *A. marina* menggunakan kemampuannya untuk melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi) dengan cara menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga dapat mengurangi toksisitas logam tersebut. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana (Terramitra, 2001). Hasil penelitian Amin (2001) menyebutkan bahwa mangrove *A. marina* dapat mengakumulasi logam berat baik pada akar maupun daun sehingga dapat dijadikan bioindikator pencemaran.

Bengen (2001) mengemukakan daerah tempat *A. marina* tumbuh termasuk dalam zona hutan mangrove yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir. Karena berada di zona inilah *A. marina* berperan sebagai bioindikator pencemaran perairan yang pada umumnya tercemar oleh komponen anorganik, yaitu logam berat. Menurut Supriyanto *et al.* (2007) logam-logam berat berbahaya yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), cadmium (Cd), khromium (Cr) dan nikel (Ni). Logam berat timbal dalam air kebanyakan berbentuk ion dan logam berat tersebut diserap melalui akar *A. marina* yang kemudian diakumulasi dalam tubuh (Amin, 2001).

Pemanfaatan ekosistem mangrove sebagai sumber protein hewani telah dikenal luas sejak lama, tetapi sebagai sumber protein nabati relatif belum

banyak dikenal. Beberapa jenis bahan pangan dari tumbuhan mangrove masih dapat dijumpai dipasar, seperti buah *Avicennia spp.* biasa dimakan sebagai sayuran dikawasan pantai utara Jawa Tengah serta daun muda, buah dan biji *A. marina* dapat dijadikan sayuran (Setyawan dan Winarno, 2006).

Pemanfaatan *A. marina* sebagai bahan pangan dan obat-obatan tidak luput dari usaha mereduksi logam berat timbal yang terakumulasi dalam jaringan tubuh *A. marina*. Usaha mereduksi logam berat timbal menjadi hal penting untuk dilakukan, menurut Halang (2007) timbal mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan, yaitu sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif.

Sifat toksisitas timbal dapat dihilangkan dengan menggunakan Na_2EDTA . Na_2EDTA merupakan salah satu ligan atau sekuestran yang berupa senyawa organik. Senyawa ini dapat menghambat proses oksidasi, merupakan sinergik antioksidan karena dapat menghilangkan ion-ion logam yang mengkatalisis proses oksidasi (Winarno, 2002).

Untuk menghilangkan logam berat timbal yang terkandung dalam *A. marina* dilakukan dengan merendam buah *A. marina* dalam larutan Na_2EDTA dan kemudian diberikan perlakuan lama perebusan untuk mengetahui lama perebusan optimal untuk mereduksi logam berat timbal dalam buah *A. marina*.

Hasil kajian Santoso *et al.* (2005) menyebutkan buah *A. marina* yang akan dimanfaatkan sebagai bahan makanan harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan buah *A. marina* mempunyai kandungan logam berat (toksik) yang cukup berbahaya jika dikonsumsi. Namun, apabila diolah dengan baik maka buah ini aman untuk dikonsumsi. Salah satu cara menghilangkan kandungan logam berat, yaitu dengan merendam buah *A. marina* dalam air mendidih atau dengan cara perebusan disertai penambahan *chelating*

agent atau bahan yang dapat membantu mereduksi kandungan logam berat tersebut.

Salah satu pemanfaatan *A. marina* menjadi bahan pangan, yaitu dengan mengolahnya menjadi tepung. Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur dan dibentuk (Suarni, 2004). Pemanfaatan *A. marina* sebagai tepung diharapkan memiliki kualitas yang sama dengan kualitas tepung terigu yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2006 mengenai syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan, yaitu dengan batas maksimum cemaran logam berat Pb sebesar 1,00 ppm. Sehingga, dengan adanya tepung buah *A. marina* dapat membantu memenuhi kebutuhan konsumen akan tepung terigu.

Dengan demikian diperlukan penelitian mengenai pengolahan buah mangrove dengan menentukan lama perebusan optimal untuk menghasilkan tepung buah mangrove *A. marina* dengan kualitas terbaik.

1.2 Perumusan Masalah :

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapa lama perebusan yang tepat sehingga dapat mereduksi timbal paling besar pada tepung buah mangrove *A. marina* ?
2. Bagaimana pengaruh lama perebusan terhadap kualitas tepung buah mangrove *A. marina* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah ;

1. Menentukan lama perebusan yang tepat sehingga dapat mereduksi timbal paling besar pada tepung buah mangrove *A. marina*.

2. Mengetahui pengaruh lama perebusan terhadap kualitas tepung buah mangrove *A. marina*.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam hal memberikan informasi kegunaan buah mangrove sebagai bahan pangan. Sehingga dapat meningkatkan perhatian masyarakat untuk mulai menggunakan buah mangrove sebagai sumber bahan pangan. Selain itu, diharapkan dengan banyaknya penelitian mengenai manfaat ekosistem mangrove menarik masyarakat untuk mulai peduli dengan ekosistem mangrove tidak hanya sebagai bahan pangan tetapi juga fungsi ekologi dan sosial budaya dari ekosistem mangrove. Sehingga dapat ikut melestarikannya.

1.5 Hipotesa

1. Semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* dapat mereduksi timbal paling besar pada tepung buah mangrove *A. marina*.
2. Terdapat pengaruh lama perebusan terhadap kualitas tepung buah mangrove *A. marina*.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pendahuluan ini dilakukan di Pantai Osowilangun, Gresik dan Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Agustus – Desember 2009.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Mangrove

Mangrove merupakan salah satu ekosistem langka dan khas di dunia, karena luasnya hanya 2% permukaan bumi. Indonesia merupakan kawasan ekosistem mangrove terbesar di dunia (Setyawan dan Winarno, 2006). Indonesia merupakan negara tropis yang berbentuk kepulauan dengan garis pantai lebih dari 81.000 km, hutan mangrove diperkirakan seluas 3.735.250 ha. Luas ekosistem mangrove di Indonesia mencapai 75% dari total mangrove di Asia Tenggara atau sekitar 27% dari luas mangrove dunia. Persebaran ekosistem mangrove di Indonesia terutama di wilayah pesisir pantai Sumatra, Kalimantan dan Papua (Kusmana *et al.*, 2003).

Mangrove ialah suatu sistem di alam tempat berlangsungnya kehidupan yang mencerminkan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan diantar makhluk hidup itu sendiri, terdapat pada wilayah pesisir, terpengaruh pasang surut air laut dan didominasi oleh spesies pohon atau semak yang khas dan mampu tumbuh dalam perairan asin atau payau (Santoso, 2000).

Ekosistem mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil. Dikatakan kompleks karena ekosistemnya di samping dipenuhi oleh vegetasi mangrove, juga merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan. Jenis tanah yang berada di bawahnya termasuk tanah perkembangan muda (*saline young soil*) yang mempunyai kandungan liat yang tinggi dengan nilai kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Kandungan bahan organik, total nitrogen, dan ammonium termasuk kategori sedang pada bagian yang dekat laut dan tinggi pada bagian arah daratan (Kusmana *et al.*, 1995).

Sebagai daerah peralihan antara laut dan darat, ekosistem mangrove mempunyai gradien sifat lingkungan yang tajam. Pasang surut air laut menyebabkan terjadinya fluktuasi beberapa faktor lingkungan yang besar, terutama suhu dan salinitas. Oleh karena itu, jenis-jenis tumbuhan dan binatang yang memiliki toleransi yang besar terhadap perubahan ekstrim faktor-faktor tersebutlah yang dapat bertahan dan berkembang. Kenyataan ini menyebabkan keanekaragaman jenis biota mangrove kecil, akan tetapi kepadatan populasi masing-masing umumnya besar (Kartawinata *et al.*, 1979). Ekosistem mangrove di wilayah pesisir pantai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ekosistem mangrove di wilayah pesisir

Karena berada di perbatasan antara darat dan laut, maka hutan mangrove merupakan ekosistem yang rumit dan mempunyai kaitan, baik dengan ekosistem darat maupun lepas pantai. Mangrove di Indonesia mempunyai keragaman jenis yang tinggi yaitu memiliki 89 jenis tumbuhan yang terdiri dari 35 jenis pohon, 5 jenis tera, 9 jenis perdu, 9 jenis liana, 29 jenis epifit, dan 2 jenis parasit (Nontji, 1987).

2.1.1 Fungsi Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan sumberdaya alam yang dapat diperbaharui dan memegang peranan penting dalam suatu ekosistem pantai. Mangrove merupakan ekosistem pesisir yang memiliki banyak fungsi baik dari segi ekologis, fisik, sosial-ekonomi maupun sosial-budaya.

- Fungsi Ekologis

Fungsi ekologis hutan mangrove meliputi tempat sekuestrasi karbon, remediasi bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari abrasi, intrusi air laut, dan gelombang badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, pemijahan dan pembesaran berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung dan fauna lain, serta pembentuk daratan (Setyawan, 2002).

Secara ekologis ekosistem mangrove memberikan manfaat yang besar terhadap wilayah pesisir diantaranya : (1) menciptakan iklim mikro yang baik; (2) ekosistem mangrove mampu memelihara dan memperbaiki kualitas air sehingga dapat mereduksi keberadaan polutan atau zat pencemar air lainnya; (3) sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat memijah (*spawning ground*) dan tempat berkembang biak (*nursery ground*) bagi jenis ikan, udang, kerang dan biota laut lainnya; (4) ekosistem mangrove merupakan sumber plasma nutfah yang cukup tinggi. Ekosistem mangrove di Indonesia terdiri atas 157 jenis tumbuhan tingkat tinggi dan rendah, 118 fauna laut dan berbagai jenis fauna darat (Kusmana *et al.*, 2003).

Kajian fungsi ekologis mangrove oleh Anwar dan Gunawan (2007) menemukan bahwa tambak tanpa mangrove mengandung bahan pencemar berbahaya merkuri (H) 16 kali lebih tinggi dari perairan hutan mangrove alami dan 14 kali lebih tinggi dari tambak yang masih bermangrove (*silvofishery*).

repository.ub.ac.id

Fungsi ekologi eksosistem mangrove sebagai *silvofishery* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fungsi ekologi mangrove sebagai *silvofishery*

- Fungsi Fisik

Fungsi fisik dari ekosistem mangrove yaitu sebagai pelindung garis pantai dari abrasi. Dengan adanya ekosistem mangrove di tepi pantai dapat membantu mempercepat perluasan pantai melalui pengendapan (Santoso dan Arifin, 1998). Selain itu, hasil kajian Sediadi (1991) melaporkan bahwa hutan mangrove mampu mengikat sedimen yang terlarut dari sungai sehingga dapat memperkecil erosi atau abrasi. Kajian mengenai erosi yang dilakukan di Pantai Merunda, Jakarta yang tidak bermangrove menunjukkan erosi yang terjadi selama dua bulan mencapai 2 meter, sementara untuk pantai yang bermangrove hanya 1 meter.

Secara fisik, adanya ekosistem mangrove dapat memperluas lahan melalui proses sedimentasi. Substrat atau lumpur yang terbawa oleh ombak yang diikat oleh mangrove kemudian menjadi semakin luas karena vegetasi mangrove semakin bertambah dari hari ke hari dan semakin menjorok ke arah laut sehingga luasan daratan atau yang lebih dikenal dengan tanah timbul.

Tanah timbul yang terjadi di pesisir pantai merupakan hasil dari proses pengendapan tanah setebal antara 6 sampai 15 mm/ha/tahun atas kehadiran mangrove (Anwar dan Gunawan, 2007).

Kehadiran ekosistem mangrove di pesisir pantai dapat mengendalikan intrusi air laut. Intrusi air laut pada pesisir pantai yang tidak bermangrove dapat menyebabkan air tanah menjadi asin. Sedangkan pada daerah pesisir pantai yang memiliki vegetasi mangrove yang cukup tebal dengan jarak yang sama dari garis pantai menyebabkan air tanah tidak asin. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh keberadaan mangrove terhadap intrusi air laut (Balithut Makasar, 2008).

Adanya ekosistem mangrove mampu melindungi daerah yang terletak di belakang mangrove dari hampasan gelombang, angin kencang dan mengurangi resiko terhadap bahaya tsunami. Hasil penelitian menunjukkan suatu kawasan pesisir pantai yang memiliki hutan mangrove setebal 60 hingga 70 meter dari bibir pantai dapat mereduksi ketinggian gelombang mencapai 3,5 meter. Bentangan hutan mangrove sejauh 1200 meter mampu mengurangi gelombang tsunami mencapai 2 km (Pratikto, 2002).

- Fungsi Sosial-Ekonomi

Ekosistem mangrove selain memiliki fungsi ekologis dan fisik juga memiliki fungsi sosial ekonomi yang dapat dimanfaatkan baik secara langsung ataupun tidak langsung.

Beberapa jenis mangrove seperti *Rizophora apiculata*, *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* memiliki jenis kayu yang sangat cocok digunakan untuk tiang atau kaso dalam konstruksi rumah. Selain kayu, arang yang berasal dari mangrove memiliki kualitas yang baik setelah arang kayu oak dari Jepang dan arang onshyu dari Cina (Inoue *et al.*, 1999).

Selain itu, fungsi sosial-ekonomi hutan mangrove menurut Setyawan (2002) meliputi kayu bangunan, kayu bakar, kayu lapis, bubur kertas, tiang telepon, tiang pancang, bagan penangkap ikan, dermaga, bantalan kereta api, kayu untuk mebel dan kerajinan tangan, atap huma, tannin, bahan obat, gula, alkohol, asam asetat, protein hewani, madu, karbohidrat, dan bahan pewarna.

Sebagian besar bagian dari tumbuhan mangrove dari akar, batang, kulit batang, daun hingga buah bermanfaat sebagai obat-obatan. Ekstrak dan bahan mentah dari tumbuhan mangrove telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk keperluan obat-obatan alamiah. Beberapa jenis mangrove seperti *Acanthus*, *Avicennia*, *Avicennia*, *Avicennia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Rhizophora*, *Nypa* dan lain sebagainya berkhasiat untuk mengobati asma, diabetes, diuretic, leprosy, penyakit kulit, tumor, sakit mata, anti fertilitas, rematik, keseleo, aphrodisiac dan masih banyak lagi (Purnobasuki, 2004).

- Fungsi Sosial-Budaya

Tumbuhan mangrove di Indonesia merupakan yang terbanyak di dunia baik dari segi kuantitas area maupun jumlah spesies (Spalding *et al.*, 2001). Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa mangrove merupakan identitas budaya Indonesia dimana Indonesia terkenal dengan ekosistem mangrove terbanyak di dunia.

Ekosistem mangrove dapat dijadikan sebagai areal konservasi untuk mengembangkan manfaat dari ekosistem mangrove melalui beberapa penelitian. Selain itu, ekosistem mangrove dapat digunakan sebagai lahan pendidikan, dan ekoturisme (Setyawan, 2002).

2.1.2 Kerusakan Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang khas dan langka serta memiliki banyak fungsi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dimana ekosistem mangrove tersebut berada. Namun demikian, pemanfaatan secara berlebihan dapat menimbulkan permasalahan yang berujung kerusakan pada ekosistem mangrove (Rochana, 2007).

Jenis-jenis pemanfaatan langsung dalam ekosistem mangrove dan penggunaan lahan di sekitarnya merupakan proses antropogenik yang secara nyata mempengaruhi kelestarian ekosistem mangrove. Beberapa aktifitas yang mempengaruhi kehidupan mangrove secara luas, yaitu konversi habitat ke pertambakan, penebangan pohon secara berlebih untuk diambil kayunya, sedimentasi dan pencemaran lingkungan (Bandaranayake, 1998).

Konversi ekosistem mangrove menjadi tambak merupakan ancaman utama bagi kelestarian ekosistem mangrove dunia, dikarenakan pembukaan lahan untuk tambak memiliki andil besar bagi kerusakan mangrove di luar hutan (Primavera, 1995).

Sedangkan, penebangan pohon menjadi ancaman serius terhadap kelestarian ekosistem mangrove, karena tidak hanya menyebabkan hilangnya pepohonan yang ditebang namun juga mengubah iklim mikro sehingga mengganggu ekosistem secara keseluruhan. Sedimentasi merupakan faktor dinamis yang dapat mendorong terbentuknya ekosistem mangrove, namun sedimentasi dalam skala besar dan luas dapat merusak ekosistem mangrove karena tertutupnya akar nafas dan berubahnya kawasan rawa menjadi daratan. (Setyawan dan Winarno^a, 2006).

Hasil kajian Setyawan dan Winarno^b (2006) menunjukkan pola masyarakat pesisir Kabupaten Rembang yang terus membuka tambak ke arah laut mengikuti arah pertumbuhan mangrove, sehingga proses sedimentasi yang

seharusnya dapat memperluas ekosistem mangrove terhalang oleh aktifitas masyarakat, yaitu pemanfaatan sedimentasi untuk pembukaan lahan tambak.

Proses pencemaran perairan pantai pada umumnya disebabkan oleh berbagai kegiatan yang merupakan sumber bahan pencemar perairan laut antara lain pemukiman, industri, transportasi, dan pertanian. Kegiatan-kegiatan tersebut potensi menghasilkan bahan pencemar yang merusak sistim kehidupan di dalam ekosistem pantai (Monoarfa, 2002).

Kawasan mangrove sering terletak di dekat pelabuhan, baik pelabuhan besar maupun kecil. Kegiatan pelabuhan dapat menghasilkan limbah seperti sisa-sisa bahan bakar, di samping itu arus gelombang air laut yang disebabkan pergerakan kapal dapat menghambat pematangan dan pertumbuhan bibit mangrove. Kegiatan transportasi ini juga menghasilkan bahan pencemar logam berat, khususnya Pb, yang dapat mengganggu kehidupan mangrove (Setyawan dan Winarno^a, 2006).

Dampak dari aktifitas manusia terhadap ekosistem mangrove, menyebabkan luasan hutan mangrove menjadi turun. Luas hutan mangrove di Indonesia turun dari 5,21 juta hektar antara tahun 1982 – 1987, menjadi 3,24 hektar dan makin menyusut menjadi 2,5 juta hektar pada tahun 1993 (Widigdo, 2000).

Tingkat kerusakan ekosistem mangrove dunia, termasuk Indonesia sangat cepat dan dramatis. Ancaman utama kelestarian ekosistem mangrove adalah kegiatan manusia, seperti pembuatan tambak (ikan dan garam), penebangan hutan dan pencemaran lingkungan. Di samping itu terdapat pula ancaman lain seperti reklamasi dan sedimentasi, pertambangan dan sebab-sebab alam seperti badai. Restorasi hutan mangrove mendapat perhatian secara luas mengingat tingginya nilai sosial-ekonomi dan ekologi ekosistem ini. Restorasi berpotensi besar menaikkan nilai sumber daya hayati mangrove,

memberi mata pencaharian penduduk, mencegah kerusakan pantai, menjaga biodiversitas, produksi perikanan, dan lain-lain (Setyawan, 2002).

2.2 Pohon Api-api (*Avicennia marina*)

Nama *Avicennia* diberikan oleh Linneous seorang pakar botani yang member nama salah satu tumbuhan mangrove yang penting dan sebarannya sangat luas sebagai penghargaan terhadap dokter berkebangsaan Arab, Abu Sina (dilatinkan sebagai *Avicennia*; 980-1036 AD), beliau juga dikenal sebagai seorang psikolog dan filosof. Negara Arab mengembangkan kekayaan *pharmacopoeia* dari berbagai jenis mangrove (Purnobasuki, 2004).

Avicennia marina atau lebih dikenal dengan pohon api-api telah dimasukkan dalam suku tersendiri, yaitu *Avicenniaceae* setelah sebelumnya dimasukkan dalam suku *Verbenaceae*, karena memiliki perbedaan mendasar dalam bentuk organ reproduksi dan cara berkembang biak dengan anggota suku *Verbenaceae* lainnya (Tomlinson, 1986).

Pohon api-api memiliki akar napas (*pneumatophore*) yang merupakan akar tegak yang tumbuh vertical dari akar utama dibawah dasar dan terbuka ke udara (Ecoton, 2002). Akar napas diperlukan untuk respirasi akar karena mangrove hidup di tanah yang miskin zat asam. Akar napas yang dimiliki oleh *A. marina* merupakan bentuk penyesuaian tumbuhan tersebut terhadap kondisi anaerob. Pada *A. marina* akar napas berbentuk seperti pensil dan tumbuh di permukaan tanah (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

Tipe reproduksi dari pohon api-api ialah *kryptovivipary*, yaitu biji tumbuh keluar dari kulit biji saat masih menggantung pada tanaman induk, tetapi tidak tumbuh keluar menembus buah sebelum biji jatuh ke tanah. Buah berbentuk seperti buah mangga, ujung buah tumpul dan panjang 1 cm, daun berbentuk elips dengan ujung tumpul dan panjang daun sekitar 7 cm, lebar daun 3-4 cm,

permukaan atas daun berwarna hijau mengkilat dan permukaan bawah berwarna hijau abu-abu dan suram (Terramitra, 2001). Morfologi buah *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi buah *A. marina* (Anonymous, 2008)

A. marina merupakan pohon yang mempunyai banyak ecotypes dan mempunyai bentuk yang hampir mirip dengan spesies lainnya. Pohon api-api diketahui dapat bertahan hidup pada kondisi cuaca yang ekstrim, angin kencang dan dapat bertahan dari pestisida dan penyakit. Selain itu, pohon api-api merupakan tumbuhan pionir yang dapat bertahan pada kondisi tanah berlumpur dengan kisaran nilai pH 6,5-8. Namun demikian, pohon ini tidak dapat toleran dengan tempat yang teduh (Anonymous, 2008). Adapun klasifikasi *A.marina* ialah:

- Kingdom : Plantae
- Subkingdom : Tracheobionta
- Super Divisi : Spermatophyta
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Sub Kelas : Asteridae
- Ordo : Scrophulariales
- Famili : Acanthaceae
- Genus : *Avicennia*
- Spesies : *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh (Anonymous, 2008)

A. marina merupakan salah satu jenis mangrove yang mampu mengakumulasi logam-logam berat yang terdapat pada ekosistem tempat tumbuhnya. Melalui akarnya *A. marina* dapat menyerap logam-logam berat yang terdapat pada sedimen maupun kolom air (Ong Che, 1999).

Hasil kajian Kusmana *et al.* (2003) mengemukakan bahwa *A. marina* memiliki kemampuan penanggulangan materi toksik dengan cara melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana.

Selain memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat *A. marina* berpotensi menjadi tanaman obat. Ekstrak bahan mentah dari mangrove telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir untuk keperluan obat-obatan alamiah. Di benua Afrika, batang dan daun *A. marina* diketahui digunakan sebagai obat-obatan. Obat-obatan ini digunakan oleh pelaut untuk menjaga stamina agar tetap sehat. (Anonymous, 2005). Hasil kajian Purnobasuki (2004) menyebutkan khasiat *A. marina* ialah aphrodisiac, diuretic, hepatitis (buah) dan leprosy (kulit batang).

2.3 Perebusan

Pengolahan panas merupakan salah satu cara yang telah dikembangkan untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan. Beberapa proses pengolahan yang menggunakan panas bertujuan untuk menaikkan umur simpan bahan pangan dan memperkecil timbulnya penyakit yang berasal dari makanan, misalnya perebusan. Walaupun demikian, pengolahan panas juga mempunyai pengaruh yang merugikan pada zat gizi, karena degradasi panas dapat terjadi

pada zat gizi. Penurunan zat gizi bahan pangan akibat pengolahan panas bergantung pada beratnya proses pemanasan (Harris dan Karmas, 1989).

Perebusan merupakan suatu metode dengan memasak bahan pangan dalam air mendidih atau dalam sebuah kaldu. Titik rebus dalam udara terbuka adalah sebesar 100°C atau 212°F. Perubahan komposisi tekanan cairan dapat merubah titik rebus dari cairan tersebut. Pengolahan pangan dengan cara perebusan memiliki beberapa keuntungan, yaitu perebusan cukup aman dan mudah dilakukan. Perebusan juga dapat memelihara warna dan nilai gizi sayur-sayuran dengan mempertahankan lama perebusan dalam waktu yang seminimum mungkin (Wikipedia, 2010).

Perebusan ialah metode konvensional yang telah lama dikenal untuk memasak. Bahan makanan yang terkena air rebusan akan menurun nilai gizinya terutama vitamin larut air (B kompleks dan C), sedangkan vitamin larut lemak (ADEK) kurang terpengaruh (Swaminathan, 1974).

Proses perebusan menurut Latunde (1986) dapat mengakibatkan perubahan komponen dinding sel tanaman antara lain: denaturasi protein, degradasi pektat pada pH netral, hidro - lisis ikatan glikosidik hemiselulosa dan pektat pada pH asam dan reaksi antar konstituen dinding sel.

Harikedua (1992) menyatakan bahwa pengaruh panas terhadap nilai gizi merupakan suatu fungsi yang tidak hanya suhu saja, merupakan juga dari lamanya waktu pemberian panas dan sebenarnya tidak ada suatu perbedaan yang berarti antara metode pemasakan terhadap nilai gizi selama perlakuan panas yang diterapkan tidak berlebihan dan tidak terlalu lama.

Susangka *et al.* (2006) menyebutkan pengetahuan mengenai seberapa besar perubahan yang terjadi pada suatu bahan akibat proses pengolahan panas perlu diketahui, karena untuk selanjutnya akan dapat menentukan metode pengolahan yang tepat.

Flores (2007) menambahkan bahwa keuntungan dari metode perebusan sebelum mengeringkan bahan pangan dapat memecah jaringan sehingga dapat dikeringkan dengan cepat dan proses rehidrasi yang terjadi setelah pengeringan juga lebih cepat. Selain itu, perebusan juga dapat menghilangkan sisa bakteri yang terdapat pada bahan pangan.

2.4 Penepungan

Teknologi tepung merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis. Prosedur pembuatan tepung sangat beragam, dibedakan berdasarkan sifat dan komponen kimia bahan pangan. Namun secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu 1) bahan pangan yang tidak mudah menjadi coklat apabila dikupas (kelompok sereal) dan 2) bahan pangan yang mudah menjadi coklat (kelompok aneka umbi dan buah yang kaya akan karbohidrat) (Widowati, 2009).

Penepungan merupakan salah satu cara pengawetan makanan dengan cara mengeringkan bahan pangan. Memanaskan sayuran dalam air mendidih merupakan salah satu metode perlakuan sebelum mengeringkan sayuran tersebut. Sebagian besar sayuran harus direbus terlebih dahulu sebelum dikeringkan yang bertujuan untuk merusak enzim yang dapat menyebabkan terjadinya proses pembusukan. Perebusan dapat menjaga sayuran dari proses *browning*, rasa pahit yang muncul atau dari bau yang tidak sedap (Swanson, 2003).

2.5 Tepung Mangrove

Pemanfaatan ekosistem mangrove dapat dikategorikan menjadi pemanfaatan ekosistem secara keseluruhan (fungsi ekologis) dan pemanfaatan produk-produk yang dihasilkan ekosistem tersebut (fungsi sosial ekonomi dan budaya). Secara tradisional, masyarakat pesisir pantai menggunakan mangrove untuk memenuhi berbagai keperluan secara lestari (Setyawan dan Winarno^a, 2006).

Hasil kajian Santoso *et al.* (2005) menyatakan bahwa salah satu fungsi hutan mangrove yang masih sangat sedikit sekali diketahui oleh masyarakat umum adalah sumberdaya tanaman mangrove sebagai salah satu bahan baku makanan alternatif. Salah satu jenis mangrove yang dapat dimanfaatkan adalah *A. marina*. Buah *A. marina* yang telah masak perlu diberi beberapa perlakuan untuk menghilangkan racun, ditiriskan dan dapat dipergunakan sebagai bahan baku makanan, seperti kue dan makanan ringan lainnya, seperti bahan dasar pembuatan bapau isi birayo, donat, bubur sum-sum, tusuk sate dan lain sebagainya.

Dalam bentuk alami, pemanfaatan mangrove olahan menjadi sangat terbatas umur simpannya karena mangrove cepat busuk seperti buah-buahan hasil pertanian yang lainnya. Penepungan merupakan salah satu solusi untuk mengawetkan mangrove karena dengan penepungan dapat memutus rantai metabolisme sehingga menjadi lebih awet karena lebih fleksibel diaplikasikan pada berbagai jenis olahan pangan sehingga nantinya diharapkan lebih mudah dikenalkan pada masyarakat (Ilminingtyas dan Kartikawati, 2009).

2.5.1 Kualitas Tepung Mangrove

Hasil penelitian Ilminingtyas dan Kartikawati (2009), mengemukakan kemampuan tepung mangrove yang berasal dari spesies *Bruguiera gymnorhiza*,

memiliki kemampuan menyerap air dengan kisaran antara 125% - 145% yang berarti untuk membuat adonan 100 gram tepung buah lindur yang kalis diperlukan air sekitar 126 ml sampai dengan 145 ml. Kemampuan menyerap air ini menunjukkan seberapa besar air yang dibutuhkan oleh tepung untuk membentuk adonan yang kalis.

Berdasarkan kemampuan tersebut, tepung mangrove memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhan konsumen akan tepung terigu. Walaupun demikian, untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumen akan tepung terigu diperlukan kualitas tepung mangrove yang memenuhi syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 1.

2.6 Logam Berat Timbal

Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia (Badan Pengendalian Pencemaran Jawa Barat, 2009).

Pb merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 328°C dan titik didih 1.740 °C pada tekanan atmosfer dengan bobot molekul 207,20. Pb mempunyai nomor atom terbesar dari semua unsur yang stabil, yaitu 82. Timbal terdapat dalam beberapa isotop: 204Pb (1.4%), 206Pb (24.1%), 207Pb (22.1%), and 208Pb (52.4%). 206Pb, 207Pb dan 208Pb (Microsoft Encarta, 2009). Bentuk molekul Pb dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Molekul Pb (Wikipedia, 2009)

Tabel 1. Syarat Mutu Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bentuk		serbuk
1.2	Bau		normal (bebas dari bau asing)
1.3	Warna		putih, khas terigu
2	Benda Asing		tidak ada
3	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan – potongannya yang tampak		tidak ada
4	Kehalusan, lolos ayakan 212 μ m no 70 (b/b)	%	min 95
5	Kadar air	%	maks 14,5
6	Kadar abu	%	maks 0,6
7	Kadar protein	%	maks 7,0
8	Keasaman	mg KOH/100 g	maks 50
9	Falling number (atas dasar kadar air 14%)	detik	min 300
10	Besi (Fe)	mg/kg	min 50
11	Seng (Zn)	mg/kg	min 30
12	Vitamin B1 (Thiamin)	mg/kg	min 2,5
13	Vitamin B2 (Riboflavin)	mg/kg	min 4
14	Asam Folat	mg/kg	min 2
15	Cemaran Logam		
15.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,00
15.2	Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05
15.3	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 10
16	Cemaran arsen	mg/kg	maks 0,5
17	Cemaran mikroba		
17.1	Angka lempeng total	koloni/g	maks 106
17.2	E coli	APM/ g	maks 10
17.3	Kapang	koloni/g	maks 104

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2006)

Pb secara alami ditemukan pada lapisan kulit bumi dalam jumlah yang sedikit. Pb tidak memiliki bau atau rasa yang khas. Reaksi-reaksi Pb sama seperti dengan logam alkalin seperti Ca, Sr, dan Ba. Pb ditemukan seperti element dalam tulang sehingga secara kimia sama dengan kalsium yang mana keduanya sama-sama dapat diproses (Irwin, 1997).

Sudarmaji *et al.* (2006) mengemukakan bahwa secara alami Pb juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar 0,0001 – 0,001 μ m³. Logam berat Pb

yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (galena), PbCO₃ (cerusite), dan PbSO₄ (anglesite).

Pb banyak digunakan sebagai tempat penyimpanan baterai dan sebagai lapisan kabel listrik. Dalam kuantitas besar, Pb banyak digunakan untuk industri lapisan pipa, tangki, peralatan sinar-X karena densitasnya yang tinggi dan bersifat nuklir sebagai perisai pelindung untuk bahan-bahan radioaktif (Microsoft Encarta, 2009).

Pb juga banyak dipergunakan dalam pembuatan bahan peledak, pestisida, cat karat, pelapisan logam dan pada pipa aliran air minum yang merupakan alloy di logam Pb. Penggunaan Pb dalam skala besar dapat mengakibatkan polusi baik di daratan maupun di perairan (Wulandari, 2005).

2.6.1 Sumber Pencemaran Logam Berat Timbal

Limbah industri, pertanian dan hasil kegiatan manusia lainnya yang mengandung logam berat dapat mengkontaminasi perairan sungai maupun laut dan akan berakumulasi dalam rantai makanan (biota) yang berasal dari perairan tersebut (Inswiasri *et al.*, 1995).

Kadar Pb secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Pb juga ditemukan secara alami di air permukaan. Kadar Pb pada air telaga dan air sungai sebesar 1-10 µg/liter. Dalam air laut kadar Pb lebih rendah dari air tawar (Sudarmaji *et al.*, 2006). Selain itu, logam Pb dalam air kebanyakan berbentuk ion logam dan logam tersebut diserap oleh biota perairan (Buwono *et al.*, 2005).

Darmono (1995) mengemukakan bahwa kandungan logam dalam air dapat berubah-ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan,

sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi.

Batas maksimum kadar Pb dalam tubuh biota air yang aman untuk dikonsumsi manusia sebesar 0,7 mg atau 700 µg per 70 kg berat badan per minggu (WHO,1989).

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Pb adalah semua industri yang menggunakan Pb sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penolong, seperti industri kabel, industri pengecoran maupun pemurnian, industri baterai, industri kimia yang menggunakan bahan pewarna, industri bahan bakar menggunakan Pb berupa *tetra ethyl lead* (TEL) dan *tetra methyl lead* (TML) dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran Pb (Sudarmaji *et al*, 2006).

Sumber tersebarnya logam di alam lingkungan dan di udara karena proses digunakannya logam tersebut pada suhu yang tinggi. Misalnya, penggunaan batubara dan minyak bumi untuk pembangkit tenaga listrik, proses industri, peleburan logam, pemurnian logam, pembakaran sampah dan industri semen. Dalam proses tersebut logam dikeluarkan ke udara di daerah sekitarnya. Logam seperti Pb sangat berbahaya terhadap kehidupan makhluk hidup (Darmono, 2001).

2.6.2 Efek Logam Berat Timbal Terhadap Makhluk Hidup

Timbal mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal didalam tubuh sangat lambat sehingga terjadi akumulasi dalam tubuh dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam hati, ginjal, pankreas, aorta, paru-paru, tulang, limpa, jantung dan otak (Supriyanto *et al.*, 2007)

Walau pengaruh toksisitas akut jarang dijumpai, tetapi pengaruh toksisitas kronis paling sering ditemukan. Pengaruh toksisitas kronis sering dijumpai pada pekerja di pertambangan, pabrik pemurnian logam, pabrik mobil (proses pengecatan), penyimpanan baterai, percetakan, pelapisan logam dan pengecatan sistem semprot (Darmono, 2001).

Implikasi klinik akibat terpapar logam berat Pb akan mengalami gangguan pada organ neurologi (susunan syaraf) berupa *atexia*, *encephalopathy*, *stupor* dan *coma*, gangguan terhadap fungsi ginjal berupa *aminoaciduria* dan *glukosuria*, gangguan pada sistem reproduksi berupa keguguran. Kesakitan dan kematian janin, gangguan pada sistem hemopolitik berupa anemia dan sistem syaraf berupa *lead encephalopathy*. Menurut ketentuan WHO, kadar Pb dalam darah manusia yang tidak terpapar oleh Pb adalah sekitar 10-25 $\mu\text{m}/100\text{ ml}$ (Sudarmaji *et al.*, 2006).

Terdapat dua bentuk interaksi kompleks antara ion logam dengan protein diantaranya : (1) metaloenzim, merupakan subkelas dari metaloprotein dimana protein berikatan kuat dengan ion logam, sehingga dianggap sebagai ikatan yang sangat stabil dan lama. Ion logam menjadi bagian dari struktur protein; (2) metal protein (termasuk enzim), ion logam mudah saling bertukar dengan protein lain (reversible). Laju pertukaran ion logam dengan kondisi larutan lingkungan yang sangat mudah. Tidak hanya manusia yang dapat terpapar logam berat, makhluk hidup yang hidup di perairan dapat terpapar logam berat. Logam berat yang diserap ke dalam tubuh hewan atau tumbuhan air akan didistribusikan ke dalam jaringan dan ditimbun dalam jaringan tertentu (Darmono, 1995).

Hutagalung (1991), mengemukakan bahwa semakin besar ukuran biota air, maka akumulasi logam berat semakin meningkat. Konsentrasi Pb sekitar 2,75 ppm mulai bersifat letal bagi biota perairan seperti krustasea. Urutan

toksisitas logam berat dari yang tertinggi sampai terendah adalah Hg>Cd>Ag>Ni>Pb>As>Zn.

2.7 Na₂EDTA

Na₂EDTA (dinatrium etilendiamina tetraasetat) adalah sebuah bahan organik yang dapat mengikat logam dan memiliki gugus amin dan gugus karboksil dalam susunannya.

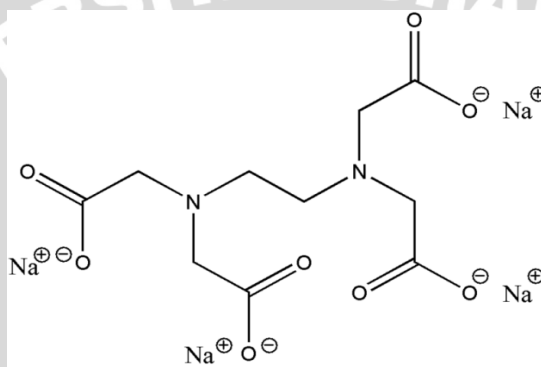
Dalam pengolahan bahan pangan, zat pengikat logam atau yang lebih dikenal dengan sekuesteran (ligan). Permenkes No. 722/MENKES/PER/IX/1998, yang dimaksud dengan sekuesteran adalah bahan tambahan makanan yang dapat mengikat ion logam yang ada dalam makanan.

Sekuesteran merupakan bahan penstabil yang digunakan dalam berbagai pengolahan bahan makanan. Sekuesteran dapat mengikat logam dalam bentuk ikatan kompleks sehingga dapat mengalahkan sifat dan pengaruh jelek logam tersebut dalam bahan. Dengan demikian, senyawa ini dapat membantu menstabilkan warna, cita, rasa dan tekstur. Ion logam bebas mudah bereaksi dan mengakibatkan perubahan warna, ketengikan, kekeruhan maupun perubahan rasa. Sekuesteran akan mengikat ion logam tersebut sehingga menjaga kestabilan bahan (Winarno, 2002).

2.7.1 Sifat Fisikokimia Na₂EDTA

EDTA merupakan sekuesteran yang berupa senyawa organik yang paling sering digunakan dalam bahan makanan untuk mengikat logam. Sekuesteran yang dapat mengikat logam harus memiliki dua atom atau lebih dalam rumus bangunnya agar dapat mendonasikan sepasang elektron. EDTA memiliki formulasi ligan 1,2-bis[bis(karboksimetil)amino]etana dengan enam atom dalam rumus bangunnya disebut dengan ligan heksadentat (Microsoft Encarta, 2009).

Senyawa ini juga dapat menghambat proses oksidasi, merupakan sinergik antioksidan karena dapat menghilangkan ion-ion logam yang mengkatalisis proses oksidasi. EDTA memiliki molekul atau ion dengan pasangan elektron bebas dapat mengkompleks ion logam. Karena itulah senyawa-senyawa yang mempunyai dua atau lebih gugusan fungsional seperti -OH, -SH, -COOH, -PO₃H₂, -C=O, -NR₂, -S- dan -O- dapat mengkelat logam dalam lingkungan yang sesuai (Winarno, 2002). Profil molekul Na₂EDTA dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Profil molekul Na₂EDTA (Wikipedia, 2009)

Na₂EDTA memiliki rumus molekul yaitu C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈ dengan bobot molekul 336,2. Na₂EDTA dapat larut dalam 500 bagian air dan larutan alkali hidroksida (Kibbe, 2000).

2.7.2 Kegunaan Na₂EDTA

Salah satu kegunaan dari sekuestran yaitu sebagai penyerap racun yang disebabkan oleh beberapa ion logam, seperti timbal (Microsoft Encarta, 2009).

EDTA sebagian besar digunakan untuk mengikat ion logam dalam larutan cair. Dalam industri pulp dan kertas, EDTA berfungsi untuk menghambat kemampuan ion logam, seperti Mn²⁺ dari mengkatalisis ketidakseimbangan asam

peroksida, yang digunakan dalam pemutihan bebas klor. EDTA juga digunakan dalam industri pangan, seperti penambahan EDTA dalam bahan pangan sebagai bahan pengawet atau *stabilizer* untuk mencegah katalisis oksidasi perubahan warna yang dikatalisis oleh ion logam (Wikipedia, 2009).

Penggunaan EDTA dalam mengikat logam berat telah dibuktikan sebagai metoda yang efektif, disebabkan oleh kemampuannya dalam mengikat logam dan membuat ikatan kompleks yang kuat (Samani *et al.*, 1998)

2.7.3 Efek Na₂EDTA Terhadap Kesehatan

Penggunaan EDTA yang berlebihan dalam bahan makanan akan menyebabkan tubuh kekurangan kalsium (Ca) dan mineral lainnya. Hal ini disebabkan EDTA sangat aktif dalam mengikat ion logam. Karena itu dalam garam EDTA ditambahkan juga Ca dalam bentuk garam EDTA dari Na dan Ca (Winarno, 2002). Dosis yang berlebihan dari Na₂EDTA dapat menyebabkan kerusakan pada system retikuloendotelial (Gennaro, 1990).

Uji toksisitas, cytotoxic dan genotoxic EDTA yang dilakukan pada tikus, menunjukkan bahwa EDTA memiliki toksisitas rendah dengan nilai LD₅₀ 2,0 – 2,2 g/kg. Paparan secara oral dapat menyebabkan efek pada kemampuan daya kembang (Wikipedia, 2009).

2.8 Iodium

Iodium merupakan bagian integral dari kedua macam hormon tiroksin triiodotironin (T₃) dan tetraiodotironin (T₄). Fungsi utama hormon-hormon ini adalah mengatur pertumbuhan dan perkembangan. Hormon tiroid mengontrol kecepatan tiap sel menggunakan oksigen. Tiroksin dapat merangsang metabolisme sampai 30%. Kedua hormon berfungsi mengatur suhu tubuh, reproduksi, pembentukan sel darah merah serta fungsi otot dan saraf. Iodium

berperan dalam perubahan karoten menjadi bentuk aktif vitamin A; sintesis protein dan basorpsi karbohidrat dari saluran cerna dan sintesa kolesterol darah (Almatsier, 2004).

Gangguan akibat kekurangan Iodium (GAKI) dapat mengakibatkan gondok, kretin, menurunnya kecerdasan dan untuk tingkat yang lebih berat dapat mengakibatkan gangguan otak dan pendengaran serta kematian bayi (Saksono, 2002)

Iodium merupakan suatu mikronutrien yang penting bagi tubuh manusia, tubuh manusia membutuhkan sesendok teh Iodium untuk menyiapkan perkembangan dan fungsinya. Kebutuhan harian 200 µg Iodium per hari didapat dari diet, terutama makanan yang kaya Iodium seperti rumput laut dan makanan laut yang lainnya. Kekurangan Iodium adalah kasus utama dari pencegahan kerusakan mental dunia, yang dialami oleh kurang lebih 20 juta penduduk. (Ardany dan Surjono, 2005).

Kelebihan Iodium akan menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid, sama halnya dengan kekurangan Iodium. Dalam keadaan berat pembesaran kelenjar ini dapat menutup jalan pernapasan sehingga menimbulkan sesak napas. (Winarno, 2002).

2.9 Serat Kasar

Istilah dari serat makanan (dietary fiber) harus dibedakan dengan istilah serat kasar (crude fiber) yang biasa digunakan dalam analisa proksimat bahan pangan. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat (H_2SO_4 1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 3,25%) (Nainggolan dan Adimunca, 2006).

Serat makanan atau lebih dikenal dengan istilah *dietary fiber* merupakan komponen dari jaringan tanaman yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil. Serat makanan banyak berasal dari dinding sel berbagai sayuran dan buah-buahan. Secara kimia, dinding sel tersebut terdiri dari beberapa jenis karbohidrat seperti selulosa, hemiselulosa, pectin dan non-karbohidrat seperti polimer lignin, beberapa gumi dan *mucilage*. Karena itu, *dietary fiber* pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida. Berbagai jenis makanan nabati umumnya banyak mengandung *dietary fiber* (Winarno, 2002).

Kandungan serat diet makanan biasanya 2 – 16 kali lebih besar daripada kandungan serat kasar (de man, 1997). Konsumsi serat berlebih dapat mengakibatkan rasa kembung, buang gas dan defisiensi zat gizi (mineral) tertentu seperti kalsium, magnesium, seng, fosfor dan besi (Siagian, 2003). Dan juga dapat menyebabkan diare, kram perut dan gerak peristaltic usus yang tidak mampu mendorong makanan ke anus (Dewanti, 2006).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini terdiri dari dua macam, yaitu bahan yang digunakan untuk pembuatan tepung dan bahan untuk analisa kimia. Bahan baku pada pembuatan tepung adalah buah mangrove jenis *A. marina* yang diperoleh dari Pantai Osowilangun, Gresik. Bahan lainnya yang diperlukan adalah Na_2EDTA yang didapatkan dari toko bahan kimia Bratachem, serta plastik sebagai wadah sampel.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan untuk analisa adalah aquadest, HNO_3 pekat, indikator pp, indikator tashiro, H_2SO_4 pekat, H_2SO_4 1,25%, K_2SO_4 10%, alkohol 95% kertas saring, H_3BO_3 3%, tablet kjeldahl, HCL 0,1 N, antifoam, NaOH 32% dan NaOH 0,1 N.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu alat yang digunakan untuk proses pembuatan tepung dan alat-alat untuk parameter uji. Alat yang digunakan untuk pembuatan tepung adalah blender, pisau, timbangan analitik, baskom plastik, sendok, termometer, oven, loyang, waterbath, beaker glass, saringan, mess 80 μm , corong dan oven vacuum.

Alat-alat yang digunakan untuk parameter uji adalah spektrofotometer AAS (*Atomic Absorption Spectrum*), oven, desikator, mikroburet, statif, kurs porselen, seperangkat alat goldfish, kaca pengaduk, bola hisap, gelas ukur, pipet tetes, *crucible tang*, *beaker glass*, *erlenmeyer*, *muffle furnace*, hotplate, kompor

listrik, pendingin balik, timbangan analitik, alat penumbuk, corong, pipet volume, botol timbang dan rangkaian alat analisa protein.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental. Eksperimental adalah mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil. Hasil itu yang akan menegaskan bagaimana kedudukan hubungan kausal antara variabel yang diselidiki (Surakhmad, 1998). Nazir (1989), tujuan penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada kelompok percobaan.

Penelitian dibagi menjadi penelitian pendahuluan dan penelitian inti.

3.3 Rangkaian Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan I

Penelitian pendahuluan pertama bertujuan untuk mengetahui kadar timbal dalam buah mangrove *A. marina* menggunakan metode uji *atomic absorption spectrometry* (AAS) dari dua wilayah pengambilan, yaitu Pantai Osowilangun, Gresik dan Rejoso, Pasuruan. Pengambilan di dua wilayah didasari pada kondisi lingkungan habitat *A. marina*, yaitu dekat dengan laut. Pengambilan di dua wilayah tersebut bertujuan sebagai perbandingan, daerah manakah yang memiliki kadar timbal paling banyak terakumulasi dalam buah mangrove *A. marina*. Buah mangrove *A. marina* yang memiliki kadar timbal paling banyak dapat dijadikan indikator bahwa wilayah perairan tersebut telah tercemar logam berat timbal. Kandungan nutrisi dan kadar Pb pada buah mangrove *A. marina* segar dapat dilihat pada Lampiran 13.

Selain itu, juga dilakukan evaluasi kadar timbal ditempat pengambilan *A. marina* yang terdapat pada perairan, tanah, sedimen dan *A. marina* (akar, kulit pohon, buah, kulit buah, daun tua, daun muda dan tannin). Hasil penelitian pendahuluan I dapat dilihat pada Tabel 1.

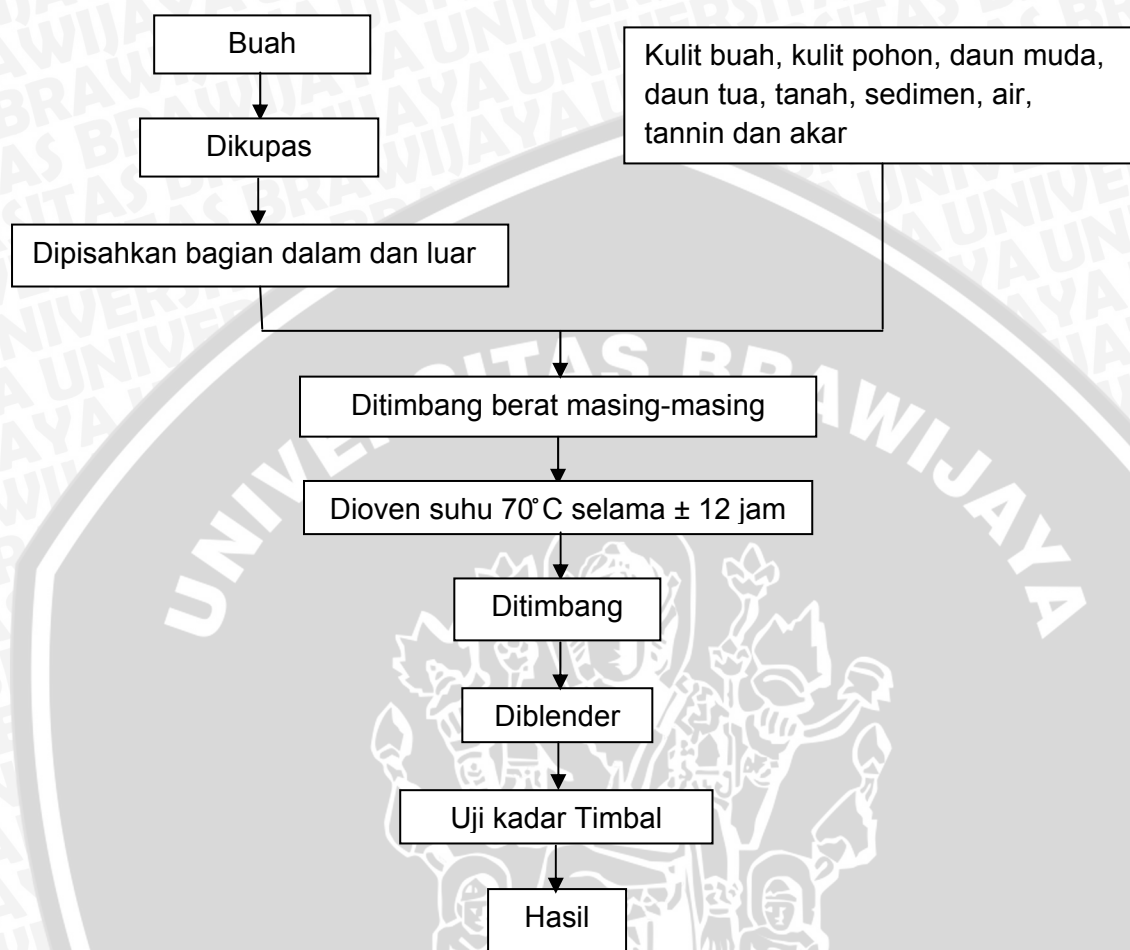
Tabel 1. Kadar Timbal Pada Pohon *A. Marina* Penelitian Pendahuluan I

No.	Bagian	Kadar Pb (ppm)	
		Oswilangun	Rejoso
1	Akar	0,692	0,194
2	Kulit pohon	-	0,443
3	Daun muda	0,581	0,498
4	Daun tua	0,387	0,304
5	Kulit luar buah	0,720	0,44
6	Daging buah	0,332	0,3185
8	Tanin	0,637	0,498
9	Sedimen	0,692	0,249
10	Tanah	0,857	0,608
11	Air	0,0107	0,0064

Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa hasil penelitian pendahuluan I kadar timbal terendah dalam daging buah mangrove *A. marina* terdapat pada pantai Rejoso, Pasuruan sebesar 0,3185 ppm dan kadar timbal tertinggi dalam daging buah mangrove *A. marina* terdapat pada pantai Oswilangun, Gresik sebesar 0,332 ppm. Kadar timbal terendah pada tanah, sedimen dan air terdapat di pada pantai Rejoso, Pasuruan secara berturut-turut sebesar 0,608 ppm, 0,249 ppm dan 0,0064 ppm dan kadar timbal tertinggi pada tanah, sedimen dan air di wilayah Rejoso di wilayah Pantai Oswilangun secara berturut-turut sebesar 0,857 ppm, 0,692 ppm dan 0,0107 ppm. Kadar timbal tertinggi terdapat pada pantai Oswilangun, Gresik (Lampiran 10).

Berdasarkan data hasil penelitian pendahuluan I pada Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa pantai Oswilangun, Gresik tercemar logam berat timbal

lebih tinggi dibandingkan pantai Rejoso, Pasuruan. Diagram alir dari proses penelitian pendahuluan I dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir dari proses penelitian pendahuluan I

3.3.2 Penelitian Pendahuluan II

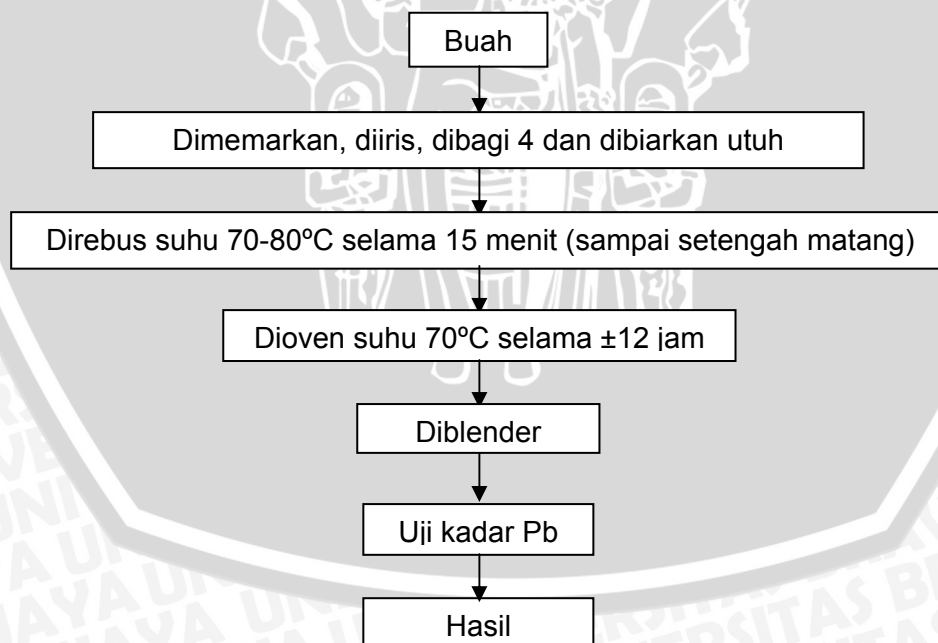
Penelitian pendahuluan II bertujuan untuk menetapkan preparasi buah yang tepat dalam mereduksi logam berat timbal pada buah mangrove *A. marina* sebelum diberi perlakuan perebusan. Preparasi dibagi dalam 4 perlakuan, yaitu buah mangrove *A. marina* dimemarkan, diiris, dibagi empat dan dibiarkan utuh. Kemudian dianalisis kadar timbal tiap-tiap perlakuan untuk mengetahui preparasi buah yang tepat dalam mereduksi logam berat timbal. Hasil penelitian pendahuluan II dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Timbal Pada Buah *A. marina* Penelitian Pendahuluan II

No.	Jenis Perlakuan	Kadar Timbal (ppm)
1	Dimemarkan	0,443
2	Utuh	0,747
3	Diiris	0,608
4	Dibelah 4	0,830

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa hasil penelitian pendahuluan II kadar timbal terendah terdapat pada perlakuan dimemarkan sebesar 0,443 ppm dan kadar timbal tertinggi terdapat pada perlakuan dibelah 4 sebesar 0,830 ppm. Kadar timbal terbaik terdapat pada perlakuan dimemarkan sebesar 0,443 ppm (Lampiran 11).

Berdasarkan data hasil penelitian pendahuluan II pada Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa preparasi buah mangrove *A. marina* yang tepat adalah dengan dimemarkan. Perlakuan dimemarkan dapat mereduksi logam berat timbal yang terdapat dalam buah mangrove *A. marina*. Diagram alir dari proses penelitian pendahuluan II dapat dilihat pada Gambar 2.

**Gambar 2. Diagram alir dari proses penelitian pendahuluan II**

3.3.3 Penelitian Pendahuluan III

Penelitian pendahuluan ketiga bertujuan mencari lama perebusan buah *A. marina* optimum untuk menghasilkan tepung *A. marina* dengan kualitas terbaik, dengan kadar timbal yang rendah. Pada tahap penelitian ini buah *A. marina* terlebih dahulu direndam dengan larutan Na_2EDTA 1,2% dengan lama perendaman selama 81 menit. Na_2EDTA 1,2% digunakan sebagai *chelating agent* yang berfungsi untuk mengikat logam timbal yang terdapat pada buah *A. marina*.

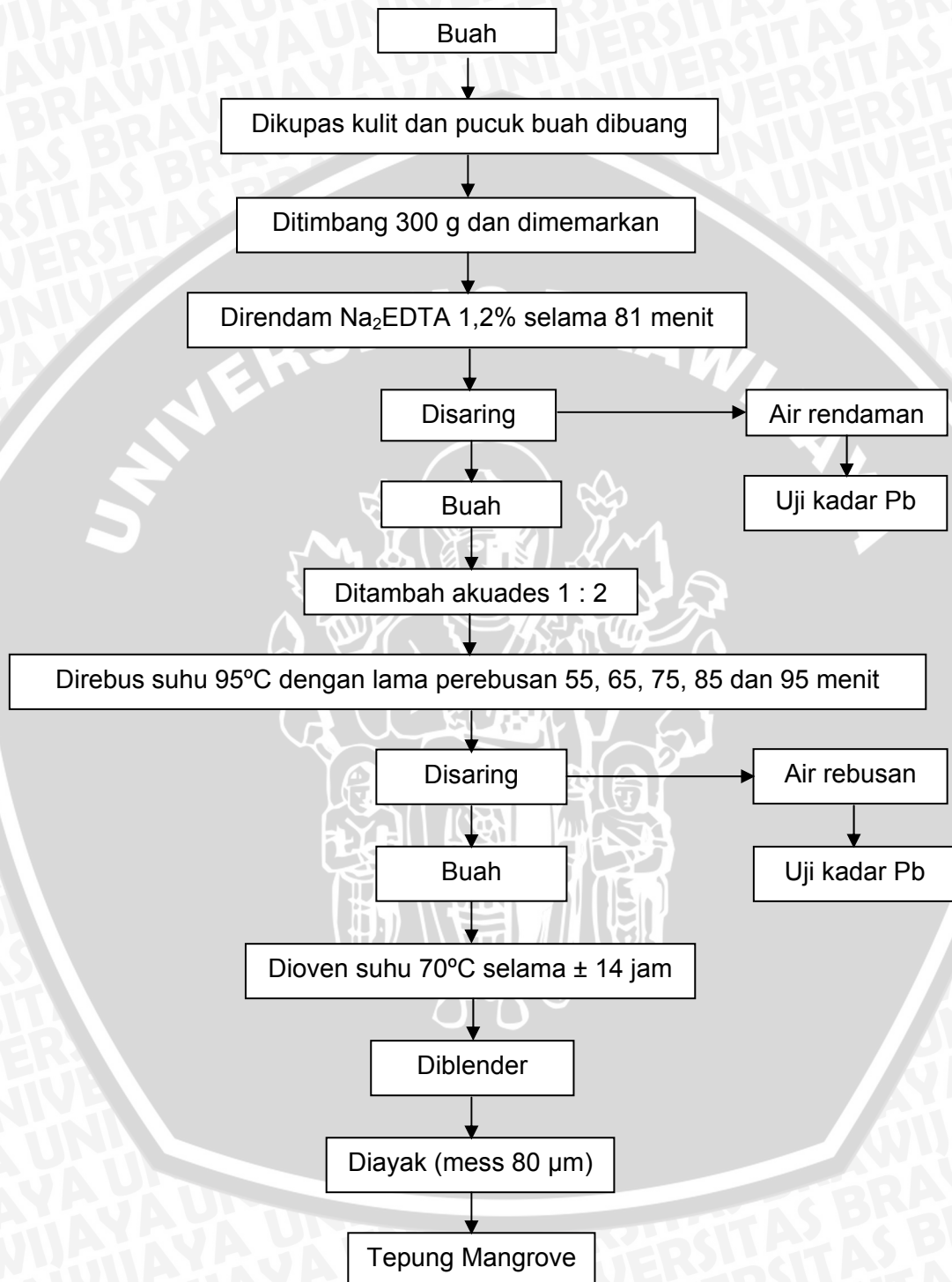
Perlakuan lama perebusan ditujukan untuk memaksimalkan pereduksian logam timbal yang terdapat dalam buah *A. marina* sehingga kadar timbal yang terkandung masih dalam batas aman untuk dikonsumsi. Ada lima perlakuan lama perebusan yang diberikan, yaitu lama perebusan 55 menit, 65 menit, 75 menit, 85 menit, dan 95 menit. Kemudian dianalisis kadar timbal tiap-tiap perlakuan. Hasil penelitian pendahuluan III dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Timbal Pada Buah *A. marina* Penelitian Pendahuluan III

Lama Perebusan (menit)	Kadar Timbal (ppm)
Kontrol	1,66
55 (A)	0,83
65 (B)	0,91
75 (C)	0,72
85 (D)	0,77
95 (E)	0,69

Pada Tabel 3. Dapat dilihat bahwa Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan III diketahui bahwa kadar timbal terendah terdapat pada perlakuan lama perebusan 95 menit sebesar 0,69 ppm dan kadar timbal tertinggi terdapat pada perlakuan lama perebusan 55 menit. Kadar timbal terbaik pada perlakuan lama perebusan 95 menit sebesar 0,69 ppm (Lampiran 12). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama perebusan dapat mereduksi logam berat

timbal yang terdapat pada buah *A. marina*. Diagram alir dari proses penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram Alir Proses Penelitian Pendahuluan III

3.3.4 Penelitian Utama

Hasil terbaik yang diperoleh pada penelitian pendahuluan III, akan dikembangkan menjadi penelitian utama. Pada penelitian utama bertujuan untuk mencari lama perebusan optimal untuk menghasilkan tepung *A. marina* dengan kualitas terbaik. Adapun lama perebusan yang digunakan adalah 85 menit, 90 menit, 95 menit, 100 menit, dan 105 menit dengan empat kali ulangan yang selanjutnya dilakukan pengujian kualitas tepung *A. Marina*. Gambar penelitian tepung buah *A. marina* dapat dilihat pada Lampiran 29.

Parameter uji dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu parameter objektif dan subjektif. Parameter objektif meliputi uji kadar timbal, kadar iodium, serat kasar, kadar protein, kadar lemak, kadar air dan kadar abu. Parameter subjektif meliputi daya terima konsumen (aroma, warna, rasa dan tekstur) terhadap produk akhir melalui uji organoleptik (Lampiran 8). Pengujian nilai pH dan kadar Pb juga dilakukan pada air rendaman dan air rebusan (Lampiran 26 dan 27). Diagram alir dari proses penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 4.

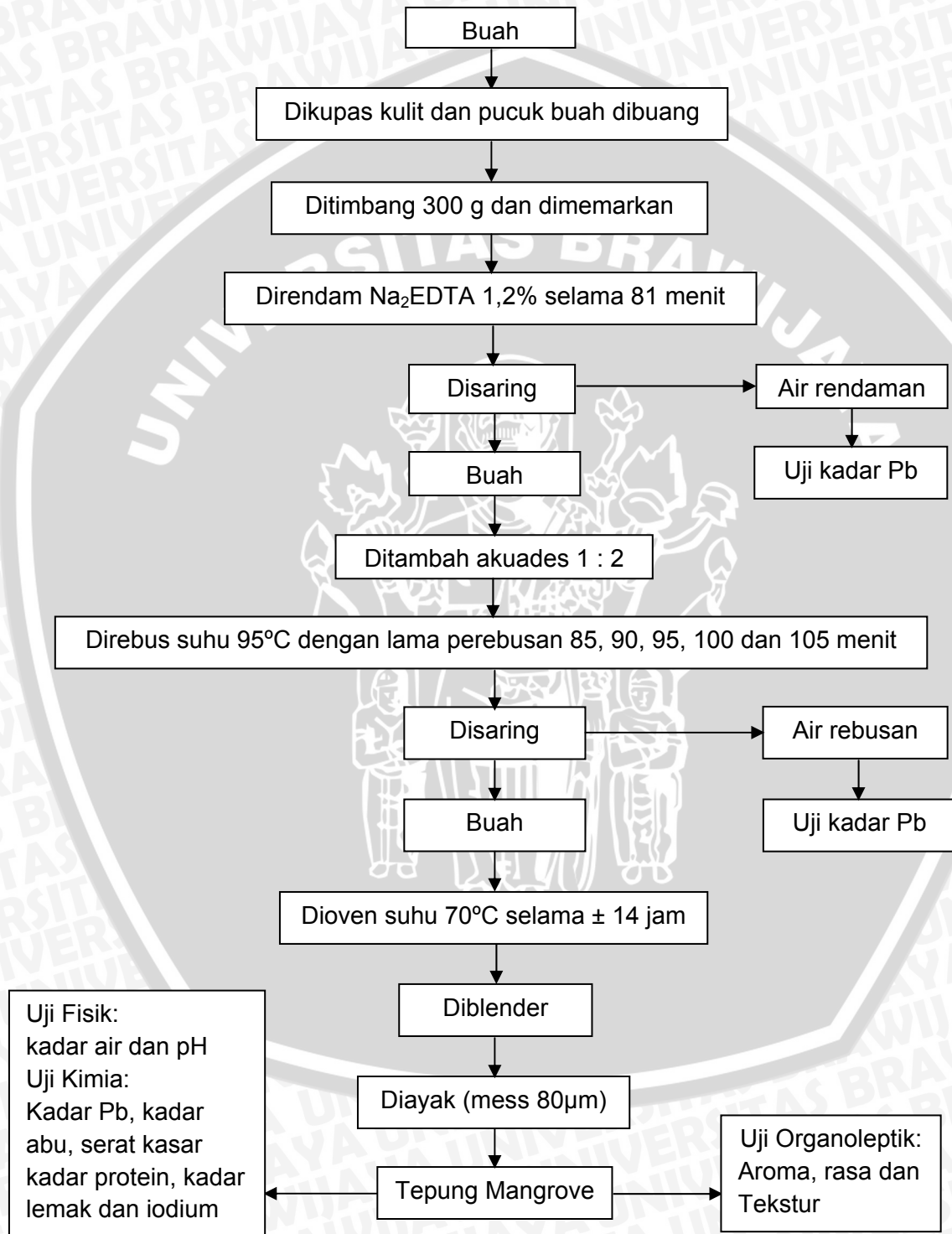
3.3.5 Variabel Penelitian

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaruh lama perebusan terhadap kualitas fisiko-kimia *A. marina*. Sedangkan variabel tergantung adalah kualitas yang dihasilkan dari pembuatan tepung *A. marina* yang ditunjukkan melalui parameter uji objektif dan subjektif.

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara sederhana. RAL adalah penempatan perlakuan kedalam satuan percobaan yang dilakukan secara acak lengkap. Artinya kita perlakukan semua satuan percobaan sebagai satu kesatuan

dimana perlakuan ditempatkan kedalamnya secara acak. RAL digunakan karena materi percobaan dan faktor lingkungan yang relatif homogen sehingga diharapkan keragaman galatnya kecil (Yitnosumarto, 1991).



Gambar 4. Diagram Alir Proses Penelitian Utama

Metode analisis data yang digunakan adalah analisis sidik ragam (ANOVA = *Analysis of Variance*) yang mengikuti dari Yitnosumarto (1993), dengan model statistik sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dengan :

Y_{ij} = nilai ulangan untuk perlakuan ke-i ulangan ke-j

μ = nilai tengah umum

τ_i = pengaruh perlakuan (konsentrasi sorbitol dan gliserol) ke-i

E_{ij} = kesalahan (galat) percobaan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

Langkah selanjutnya adalah membandingkan antara F hitung dengan F tabel, yaitu:

- 1) Jika $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ maka perlakuan tidak berbeda nyata
- 2) Jika $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$ maka perlakuan sangat berbeda nyata
- 3) Jika $F_{tabel 5\%} < F_{hitung} < F_{tabel 1\%}$ maka perlakuan berbeda nyata

Apabila hasil perhitungan parameter objektif menunjukkan perbedaan yang nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$), maka dilanjutkan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Parameter subjektif (uji organoleptik) dianalisis dengan uji Kruskal Wallis. Untuk pemilihan perlakuan terbaik analisis menggunakan metode de Garmo.

Faktor yang diteliti adalah penambahan lama perebusan *A. Marina* yang berbeda dengan ulangan sebanyak empat kali. Model rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.



Tabel 4. Model Rancangan Penelitian Utama Pembuatan Tepung *A. marina*

Na ₂ EDTA 1,2% Lama Perendaman 81 menit	Perlakuan	Ulangan				Total
		A	B	C	D	
	1	1A	1B	1C	1D	T1
	2	2A	2B	2C	2D	T2
	3	3A	3B	3C	3D	T3
	4	4A	4B	4C	4D	T4
	5	5A	5B	5C	5D	T5

Keterangan :

- 1 : lama perebusan *A. marina* 85 menit
- 2 : lama perebusan *A. marina* 90 menit
- 3 : lama perebusan *A. marina* 95 menit
- 4 : lama perebusan *A. marina* 100 menit
- 5 : lama perebusan *A. marina* 105 menit

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Kadar Pb (Edward, 1990)

Untuk mengetahui kandungan logam berat di lingkungan perairan diperlukan cara-cara tertentu yang memenuhi syarat. Analisa kadar Timbal dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS). Analisa dilakukan dengan mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 60°C selama 12 jam. Kemudian dihancurkan dan dihomogenkan dalam lumping, ayak dengan ayakan berukuran 63 µm. kemudian ditimbang sebanyak 0,5-1,0 gram dan dimasukkan dalam Teflon boom. Lalu, ditambahkan 2-3 ml HNO₃ dan HF, panaskan ±3 jam (jangan sampai mendidih). Kemudian bilas Teflon boom dengan akuades dan dipindahkan ke dalam botol polietilen dan di analisis dengan AAS. Kemudian baca absorban yang dihasilkan. Prosedur analisa kadar Pb dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.4.2 Kadar Iodium (Basset *et al.*, 1997)

Penentuan kadar iodium dengan mereaksikan kadar asam larutan iodat dengan asam sulfur dan dioksida menjadi berwarna kuning. Dipanaskan kembali kelebihan sulfur dioksida dan lapisan endapan iodide dengan mencairkan larutan perak nitrat. Endapan yang terkumpul dihitung sebagai iodat. Prosedur analisa kadar iodium dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.3 Kadar Serat Kasar (Hartati dan Prana, 2003)

Tahap penetapan kadar serat kasar terdiri dari pemisahan lemak dari tepung talas dengan cara soxlethasi, ekstraksi dengan asam (H_2SO_4 1,25%) dan dengan basa (NaOH 3,25%) masing-masing selama 30 menit. Proses ekstraksi dilanjutkan dengan penyaringan. Tahap selanjutnya adalah pemisahan abu dan silikat dengan cara pencucian kertas saring yang berisi serat berturut-turut dengan K_2SO_4 10%, air mendidih dan 15 ml alkohol 95%. Kertas saring dikeringkan dalam oven 105°C selama 2 jam, didinginkan dalam eksikator dan ditimbang. Residu dipijarkan dalam *muffle furnace* selama 4 jam, sisa pemijaran ditimbang sebagai abu. Prosedur analisa kadar serat kasar dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.4.4 Kadar Protein (Sumardi *et al.*, 2007)

Metoda Kjeldahl memiliki prinsip berjalan dengan mencerna (*digest*) contoh (sampel) dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4) sehingga N protein terurai dan membentuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Setelah *digest* ditambahkan larutan NaOH sehingga $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ membentuk NH_3 yang selanjutnya didestilasi dan ditampung dalam larutan asam borat menjadi NH_4BO_3 dan dititrasi dengan $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HCl}$ 0,1 N. Prosedur analisa kadar protein dapat dilihat pada Lampiran 4.

3.4.5 Kadar Lemak (McClement, 2007)

Metode Goldfish merupakan metode yang sam dengan metode Soxhlet. Perbedaan terdapat pada ruangan atau tempat untuk proses ekstraksi. Solvent berada dibawah sampel. Hal ini dapat mengurangi banyaknya waktu yang terbuang untuk ekstraksi. Pelarut ini mungkin dapat menyebabkan ekstraksi kurang sempurna karena sampel terdapat disekitar pelarut. Prosedur analisa kadar lemak dapat dilihat pada Lampiran 5.

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{(A - B) - C}{A} \times 100\%$$

3.4.5 Kadar Air (McClement, 2004)

Metode analisa kadar air menggunakan metoda pemanasan langsung dengan dasar penentuan kadar air didasarkan pada rasio berat air bebas yang diuapkan pada suhu 100 °C sampai 102 °C dengan berat sampel. Metode ini dilakukan dengan cara menghaluskan sampel kemudian dikeringkan dalam oven. Kadar air bahan atau daging ikan ditentukan dari berat air yang menguap, dengan rumus :

$$\% \text{ air wet basis} = \frac{(2 - \text{berat konstan})}{2} \times 100\% \quad \% \text{ air dry basis} = \frac{(2 - \text{berat konstan})}{\text{berat konstan}} \times 100\%$$

Teknik thermogravimetri dapat digunakan untuk menentukan ukuran yang berkelanjutan kadar sampel yang melalui kontrol pemanasan. Suhu untuk evaporasi air terdiri dari berbagai macam (banyak) molekul air bebas dapat diupakan secara normal pada suhu lebih rendah dibandingkan air terikat. Prosedur analisa kadar air dapat dilihat pada Lampiran 6.

3.4.6 Kadar Abu (Pomeranz dan Meloan 1994; McClement, 2007)

Abu yang terkandung dalam bahan pangan didefinisikan sebagai berat kering residu mineral organik yang dibakar pada suhu sekitar diatas 550°C.

Abu merupakan residu organik yang terdapat setelah air dan bahan organik yang telah melalui pembakaran. Pengabuan dapat juga digunakan sebagai langkah pertama dalam mempersiapkan sampel untuk analisa mineral spesifik dengan cara spektroskopi atom. Metoda pengabuan kering adalah dengan menggunakan suhu yang tinggi dengan alat pengabuan yang dapat mencapai suhu 500°C dan 600°C. Bahan organik akan dibakar dan akan menjadi CO₂, H₂O dan N₂. Keuntungan dari metoda analisa ini adalah hanya menggunakan sedikit reagen, aman dan tidak membutuhkan banyak waktu. Prosedur analisa kadar abu dapat dilihat pada Lampiran 7.

3.4.7 Penentuan Perlakuan Terbaik (de Garmo *et al.*, 1984)

Penentuan perlakuan terbaik ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektifitas. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan untuk mengetahui kualitas terbaik dari produk akhir dari segi parameter objektif dan subjektif. Prosedur analisa penentuan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Lampiran 9.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian terhadap lama perebusan buah mangrove *A. marina* untuk menghasilkan tepung dengan kualitas terbaik dengan menggunakan lama perebusan 85, 90, 95, 100 dan 105 menit. Berdasarkan hasil analisis terhadap parameter objektif, yaitu kadar Pb, kadar iodium, kadar serat kasar, kadar protein, kadar lemak, kadar air dan kadar abu serta parameter subjektif, yaitu aroma, warna, rasa dan tekstur pada tepung buah mangrove *A. marina* diperoleh data hasil analisis yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Terhadap Parameter Objektif dan Parameter Subjektif Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Parameter	Lama Perebusan (menit)				
	85	90	95	100	105
Parameter Objektif					
Kadar Timbal (ppm)	0.49	0.49	0.688	0.52	0.33
Kadar Iodium (ppm)	4.473	4.783	3.868	3.783	4.413
Kadar Serat Kasar (%)	25.343	25.594	25.271	25.088	25.586
Kadar Protein (%)	5.787	5.323	4.643	6.930	5.939
Kadar Lemak (%)	1.505	1.463	1.450	1.423	1.343
Kadar Air (%)	2.807	2.948	4.039	3.048	2.334
Kadar Abu (%)	2.542	2.018	2.304	2.386	2.531
Parameter Subjektif					
Uji Organoleptik Aroma	3.733	3.667	3.667	3.933	3.600
Uji Organoleptik Warna	3.400	3.400	3.533	3.467	3.667
Uji Organoleptik Rasa	2.267	2.467	2.400	2.467	2.867
Uji Organoleptik Tekstur	2.333	2.400	1.733	2.133	2.000

4.2 Kadar Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah unsur kimia yang termasuk dalam golongan logam berat. Pb ditemukan secara alami di air permukaan. Dalam air laut kadar Pb lebih rendah dari air tawar (Sudarmaji *et al.*, 2006). Logam Pb dalam air kebanyakan

berbentuk ion logam dan logam tersebut diserap oleh biota perairan. Adanya Pb dalam bahan pangan dapat membahayakan kesehatan manusia. Hasil pengujian kadar Pb pada tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Rata-Rata Kadar Timbal Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Kadar Timbal (ppm)	
	Rata-rata	Notasi
1	0.490	b
2	0.490	b
3	0.688	d
4	0.520	c
5	0.330	a

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

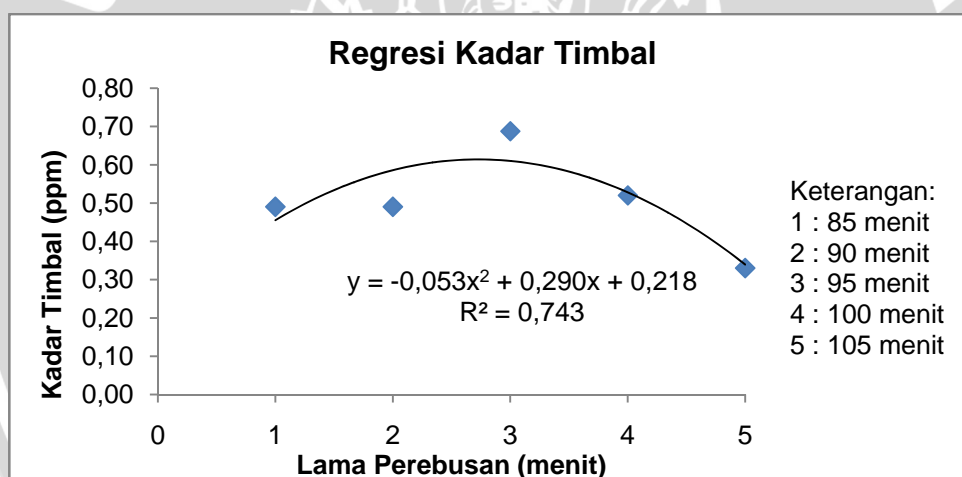
Pada Tabel 6. dapat dilihat bahwa kadar Pb berkisar antara 0.330 ppm – 0.688 ppm. Kadar Pb terendah terdapat pada perlakuan 5 sebesar 0.330 ppm dan kadar Pb tertinggi terdapat pada perlakuan 3 sebesar 0.688 ppm.

Kadar Pb terbaik terdapat pada perlakuan 5 sebesar 0.330 ppm. Analisa kadar Pb pada tepung buah mangrove *A. marina* bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan Pb. Hal ini dikarenakan zonasi tempat tumbuh *A. marina* merupakan zona terdepan yang langsung berhadapan dengan laut (Bengen, 2001). Pada umumnya, perairan terutama laut menjadi tempat akumulasi limbah cair yang berasal dari berbagai kegiatan yang merupakan sumber bahan pencemar antara lain pemukiman, industri, transportasi, dan pertanian. Kegiatan-kegiatan tersebut berpotensi menghasilkan bahan pencemar yang merusak sistem kehidupan di dalam ekosistem pantai (Monoarfa, 2002).

Berdasarkan analisis sidik ragam terhadap kadar Pb diperoleh nilai F hitung > F tabel 5%, yaitu $9.474 > 3.06$ (Lampiran 19). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* berpengaruh nyata terhadap kadar Pb tepung buah mangrove *A. marina*.

Berdasarkan uji lanjut Beda Nyata Terkecil seperti terlihat pada Tabel 6. dapat diketahui bahwa perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 3, 4 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2. Perlakuan 2 berbeda nyata dengan perlakuan 3, 4 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1. Perlakuan 3 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2, 4 dan 5. Perlakuan 4 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2, 3 dan 5. Perlakuan 5 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2, 3 dan 4.

Hasil analisis kadar Pb tepung buah mangrove *A. marina* menunjukkan terjadinya penurunan seiring dengan meningkatnya lama perebusan. Regresi antara lama perebusan buah mangrove *A. marina* terhadap kadar Pb dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Regresi Antara Lama Perebusan Buah Mangrove *A. marina* Terhadap Kadar Timbal

Berdasarkan Gambar 4. Dapat dilihat persamaan regresi antara lama perebusan buah *A. marina* dan kadar Pb yaitu $Y = -0.053x^2 + 0.290x + 0.218$ dengan R^2 sebesar 0.743. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif dimana setiap lama perebusan bertambah 5 menit maka kadar Pb akan menurun sebesar 0.053 dengan nilai koefisien determinasi 0.743 yang artinya 74.3% penurunan kadar Pb dipengaruhi oleh penambahan waktu.

Meningkatnya kandungan timbal pada lama perebusan 95 menit diduga karena adanya interaksi logam timbal yang terikat secara kuat dengan gugus sulfhidril dari asam amino yang tidak dapat diputus ikatannya (Suaniti, 2007). Selain itu, perlakuan pememaran buah mangrove *A. marina* sebelum direndam yang tidak merata diduga juga menjadi penyebab terjebaknya timbal dalam jaringan buah mangrove *A. marina*. Perbedaan tekanan air dalam sel dengan air di luar sel buah mangrove menyebabkan kandungan timbal terjebak dalam sel sehingga tercipta kondisi hipotonik (Wikipedia, 2010).

Penurunan kandungan timbal dalam tepung buah mangrove *A. marina* dapat disebabkan karena lepasnya ikatan kompleks logam protein, sehingga ion-ion logam tersebut keluar dari buah mangrove *A. marina*. Kondisi larutan dengan pH rendah (asam) dapat menyebabkan ikatan logam dengan protein yang tidak stabil melemah sehingga mudah putus (Suaniti, 2007).

Lama perebusan yang semakin meningkat membuat buah mangrove *A. marina* menjadi lunak dan pori-pori buah membesar karena terisi oleh air. Diduga hal inilah yang membantu menurunkan kadar Pb setelah proses perendaman. Hasil kajian Kohar *et al.* (2004) mengemukakan bahwa dengan perlakuan perebusan dapat mengurangi kadar Pb pada tanaman air, yaitu kangkung.

Kadar Pb terbaik yang terdapat pada tepung buah mangrove *A. marina*, yaitu sebesar 0.330 ppm masih dibawah batas baku mutu yang ditetapkan oleh Kep. Ditjen POM No. 03725/B/SK/VII/1989 dan Organisasi Pangan Dunia (FAO)/Badan Kesehatan Dunia (WHO) tahun 1976 yaitu sebesar 2 ppm sehingga masih aman untuk dikonsumsi.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2006 batas maksimum cemaran logam berat Pb yang diperbolehkan terdapat dalam tepung, yaitu sebesar 1 ppm. Sehingga, dari segi cemaran logam dapat disimpulkan

bahwa kualitas tepung buah mangrove *A. marina* memenuhi syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan.

4.3 Kadar Iodium

Iodium merupakan mikronutrien yang penting bagi tubuh manusia. Iodium adalah jenis elemen mineral mikro esensial kedua setelah besi (Fe) yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah relatif kecil (Broody, 1999). Hasil pengujian kadar iodium tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Rata-Rata Kadar Iodium Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Kadar Iodium (ppm)	
	Rata-rata	Notasi
1	4.473	bc
2	4.783	c
3	3.868	a
4	3.783	a
5	4.413	b

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa kadar iodium berkisar antara 3.783 ppm – 4.783 ppm. Kadar iodium terendah pada perlakuan 4 sebesar 3.783 ppm dan kadar iodium tertinggi pada perlakuan 2 sebesar 4.783 ppm.

Kadar iodium terbaik pada perlakuan 2 sebesar 4.783 ppm. Iodium merupakan salah satu elemen mineral mikro yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang relatif kecil. Namun demikian, tubuh manusia tidak dapat membuat elemen iodium sehingga harus mendapatkannya dari luar tubuh melalui makanan atau minuman (Picauly, 2002).

Iodium secara alami ditemukan dalam kandungan air laut. Iodium termasuk dalam kelompok zat-zat terlarut yang membentuk garam, yang

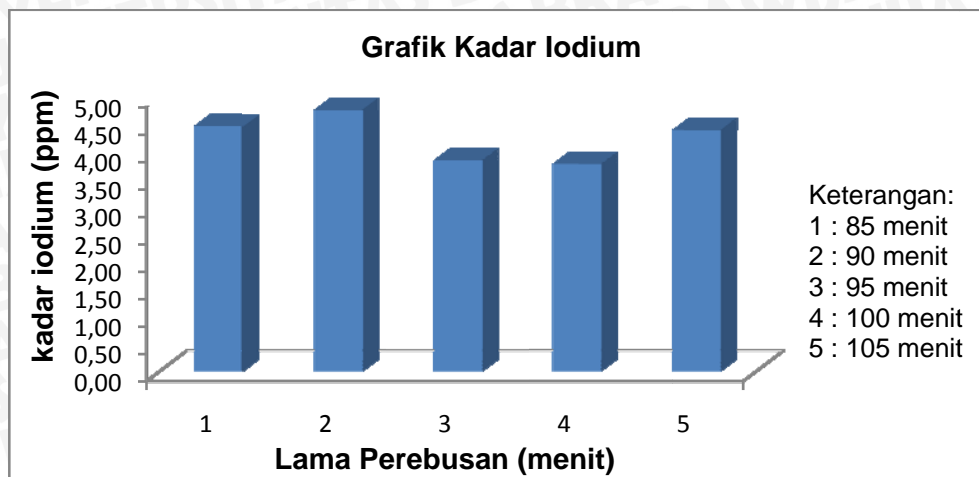
termasuk dalam kelompok unsur runtu bersama Fe, Mn, Pb dan Hg. Kelompok unsur runtu memiliki persentase yang kecil dari seluruh zat terlarut dalam air. Namun demikian, kelompok unsur runtu banyak menentukan kehidupan di laut. Sebaliknya kepekatan zat-zat ini banyak dipengaruhi oleh aktivitas kehidupan di laut (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

Berdasarkan analisis sidik ragam terhadap kadar iodium diperoleh nilai F hitung $> F$ tabel 5% , yaitu $21.236 > 3.06$ (Lampiran 20). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* berpengaruh nyata terhadap kadar iodium tepung buah mangrove *A. marina*.

Berdasarkan uji lanjut Beda Nyata Terkecil seperti pada Tabel 7. dapat diketahui bahwa perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 3 dan 4 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 dan 5. Perlakuan 2 berbeda nyata dengan perlakuan 3, 4 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1. Perlakuan 3 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4. Perlakuan 4 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3. Perlakuan 5 berbeda nyata dengan perlakuan 2, 3 dan 4.

Hasil analisis kadar iodium tepung buah mangrove *A. marina* menunjukkan terjadinya penurunan seiring meningkatnya lama perebusan. Grafik batang antara lama perebusan buah mangrove *A. marina* terhadap kadar iodium dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5. dapat dilihat semakin lama perebusan kadar iodium pada tepung buah mangrove *A. marina* cenderung menurun. Arisman (2004) mengemukakan bahwa pengolahan pangan dengan menggunakan panas seperti tumis dan rebus dengan waktu pengolahan yang terlalu lama dan suhu tinggi ($>100^{\circ}\text{C}$) dapat menghilangkan kandungan iodium sekitar 20-50%.



Gambar 5. Grafik Batang Antara Lama Perebusan Buah Mangrove *A. marina* terhadap Kadar Iodium

4.4 Kadar Serat Kasar

Serat secara alami terdapat dalam tanaman. Serat terdiri atas karbohidrat/polisakarida kompleks (Siagian, 2003). Hasil pengujian kadar serat kasar tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Rata-Rata Kadar Serat Kasar Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Rata-Rata Serat Kasar (%)
1	25.343
2	25.594
3	25.271
4	25.088
5	25.586

Pada Tabel 8. dapat dilihat bahwa kadar serat kasar terendah pada perlakuan 4 sebesar 25.088% dan kadar serat kasar tertinggi pada perlakuan 2 sebesar 25.343% dan kadar serat kasar tertinggi pada perlakuan 2 sebesar 25.594%.

Kadar serat kasar terbaik pada perlakuan 2 sebesar 25.594%. Analisa kadar serat pada bahan pangan bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan

serat kasar dalam bahan pangan yang menentukan tingkat kualitas dipandang dari sudut gizi (Sudarmadji *et al.*, 1989). Suarni (2009) menambahkan bahwa serat kasar berperan penting dalam penilaian kualitas bahan makanan karena angka ini merupakan indeks dan menentukan nilai gizi bahan makanan tersebut. Artinya, kandungan serat pangan yang tinggi bermanfaat untuk kesehatan, tetapi dari segi kualitas fisik berpengaruh terhadap tingkat kehalusan tepung.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap kadar serat kasar diperoleh nilai F hitung $< F$ tabel 5%, yaitu $0.006 < 3.06$ (Lampiran 21). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar serat kasar tepung buah mangrove *A. marina*.

Uji lanjut Beda Nyata Terkecil tidak digunakan karena berdasarkan hasil analisis sidik ragam tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan.

4.5 Kadar Protein

Perbedaan protein dari senyawa organik lainnya adalah adanya nitrogen dalam bentuk NH_2 . Penentuan kadar total protein dalam bahan pangan didasarkan atas kadar N total dalam bahan x faktor 6,25 dengan asumsi rata-rata kadar protein dalam semua bahan sekitar 16 % (Widjanarko, 2002). Hasil pengujian kadar protein tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Rata-Rata Kadar Protein Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Rata-rata Kadar Protein (%)
1	5.787
2	5.323
3	4.643
4	6.930
5	5.939

Pada Tabel 9. dapat dilihat bahwa kadar protein berkisar antara 4.643% - 6.930%. Kadar protein terendah pada perlakuan 3 sebesar 4.643% dan kadar protein tertinggi pada perlakuan 4 sebesar 6.930%. Kadar protein terbaik pada perlakuan 4 sebesar 6.930%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap kadar protein diperoleh nilai F hitung < F tabel 5%, yaitu $0.339 < 3.06$ (Lampiran 22). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar protein tepung buah mangrove *A. marina*.

Uji lanjut Beda Nyata Terkecil tidak digunakan karena berdasarkan hasil analisis sidik ragam tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan.

Hasil analisis kadar protein pada tiap perlakuan menunjukkan tidak adanya perbedaan antar perlakuan terhadap kadar protein. Hal ini dikarenakan suhu perebusan yang digunakan, yaitu 95°C menyebabkan protein mengalami denaturasi sehingga lama perebusan tidak begitu berpengaruh nyata tiap perlakuan.

Moeljanto (1984) menyatakan bahwa gizi, terutama protein yang terdapat dalam bahan makanan mulai terkoagulasi pada suhu sekitar 30°C dan terkoagulasi secara sempurna pada suhu 60°C , kemudian mulai terdenaturasi pada suhu diatas 100°C .

Hasil kajian Prasetyo dan Monica (2004) mengemukakan bahwa denaturasi protein dapat berakibat pada turunnya jumlah kadar protein dalam bahan pangan. Denaturasi protein yang terjadi pada suhu 95°C menyebabkan kadar protein pada tepung buah mangrove *A. marina* cenderung menurun. Namun demikian, hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan.

4.6 Kadar Lemak

Lemak pada suhu ruang berbentuk padat. Lemak tersusun dari asam lemak dan gliserol. Apabila terkena panas lemak akan mengalami oksidasi (Winarno, 2002). Hasil pengujian kadar lemak tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Rata-Rata Kadar Lemak Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Rata-rata Kadar Lemak (%)
1	1.505
2	1.463
3	1.450
4	1.423
5	1.343

Pada Tabel 10. dapat dilihat bahwa kadar lemak berkisar antara 1.343% - 1.505%. Kadar lemak terendah pada perlakuan 5 sebesar 1.343% dan kadar lemak tertinggi pada perlakuan 1 sebesar 1.505%. Hasil kadar lemak terbaik pada perlakuan 1 sebesar 1.505%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap kadar lemak diperoleh nilai F hitung $<$ F tabel 5%, yaitu $0.022 < 3.06$ (Lampiran 23). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak tepung buah mangrove *A. marina*.

Uji lanjut Beda Nyata Terkecil tidak digunakan karena berdasarkan hasil analisis sidik ragam tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan.

Hasil analisis kadar lemak pada tiap perlakuan menunjukkan semakin bertambahnya lama perebusan kadar lemak yang terdapat pada tepung buah mangrove *A. marina* semakin menurun. Namun demikian, berdasarkan hasil analisis sidik ragam menurunnya kadar lemak pada tepung buah mangrove *A. marina* tidak berbeda nyata pada tiap perlakuan seiring bertambahnya lama perebusan.

Hal ini diduga lemak dalam buah mengalami oksidasi pada suhu 95°C sehingga dapat menurunkan kadarnya serta proses perebusan yang terlalu lama membuat lemak meleleh dan keluar dari dalam bahan.

Titik leleh beberapa macam asam lemak menurut de Man (1997) berkisar antara -8 – 70°C dan untuk trigliserida -10 – 72°C. Prabandari *et al.* (2005) menyebutkan bahwa pada suhu tinggi lemak akan mencair sehingga mudah dikeluarkan. Salah satu sifat lemak adalah apabila terkena panas yang terlalu lama dapat mengakibatkan penurunan kadar lemak

4.7 Kadar Air

Kadar air lapis tunggal (monolayer) adalah sejumlah molekul air yang terikat langsung oleh seluruh gugus aktif atau gugus bermuatan yang ada didalam bahan. Kadar air suatu bahan berpengaruh langsung terhadap mobilitas dan aktivitas kimia molekul air dalam bahan yang bersangkutan (Wariyah, 2000). Hasil pengujian kadar air tepung buah mangrove *A. Marina* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Rata-Rata Kadar Air Tepung Buah Mangrove *A. Marina*

Perlakuan	Rata-rata Kadar Air (%)
1	2.807
2	2.948
3	4.039
4	3.048
5	2.334

Pada Tabel 11. Dapat dilihat bahwa kadar air berkisar antara 2.334% - 4.039%. Kadar air terendah pada perlakuan 5 sebesar 2.334% dan kadar air tertinggi pada perlakuan 3 sebesar 4.039%. Hasil kadar air terbaik pada perlakuan 3 sebesar 4.039%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap kadar air diperoleh nilai F hitung $< F$ tabel 5%, yaitu $0.783 < 3.06$ (Lampiran 24). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air tepung buah mangrove *A. marina*.

Uji lanjut Beda Nyata Terkecil tidak digunakan karena berdasarkan hasil analisis sidik ragam tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan.

Hasil analisis kadar air pada tiap perlakuan menunjukkan tidak adanya perbedaan antar perlakuan terhadap kadar air yang terkandung dalam tepung *A. marina*. Hal ini dapat disebabkan perbedaan waktu perebusan yang berjarak sempit, yaitu 5 menit yang menyebabkan tidak adanya pengaruh pada tiap perlakuan terhadap kadar air tepung buah mangrove *A. marina*.

Menurut Winarno *et al.* (1980), kadar air dalam bahan pangan menentukan tekstur, rasa, kesegaran dan daya awet makanan. Air dapat membantu terjadinya proses kerusakan bahan pangan, misalnya proses mikrobiologi dan kimiawi. Hal ini merupakan salah satu sebab mengapa air sering dikeluarkan dengan cara pengeringan dan penggaraman.

4.8 Kadar Abu

Kadar abu suatu bahan adalah kadar residu hasil pembakaran semua komponen-komponen organik didalam bahan (Sumardi *et al.*, 2007). Abu merupakan residu organik yang terdapat setelah air dan bahan organik yang telah melalui pembakaran. Pengabuan dapat juga digunakan sebagai langkah pertama dalam mempersiapkan sampel untuk analisis mineral spesifik dengan cara spektroskopi atom (McClement, 2007). Hasil pengujian kadar abu tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Rata-Rata Kadar Abu Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Rata-rata Kadar Abu (%)
1	2.542
2	2.018
3	2.304
4	2.386
5	2.531

Pada Tabel 12. dapat dilihat bahwa kadar abu berkisar antara 2.018% - 2.542%. Kadar abu terendah pada perlakuan 2 sebesar 2.018% dan kadar abu tertinggi pada perlakuan 1 sebesar 2.542%. Hasil kadar air terbaik pada perlakuan 1 sebesar 2.542%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap kadar abu diperoleh nilai F hitung < F tabel 5%, yaitu 1.619 (Lampiran 25). Hal ini berarti bahwa semakin lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu tepung buah mangrove *A. marina*.

Uji lanjut Beda Nyata Terkecil tidak digunakan karena berdasarkan hasil analisis sidik ragam tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan.

Kadar abu tidak selalu mewakili kadar mineral dalam bahan, tetapi dapat digunakan untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan dan parameter gizi bahan pangan. Hal ini dikarenakan sebagian mineral dapat menguap, rusak atau saling bereaksi satu dengan yang lainnya selama pengabuan dengan suhu tinggi (Sudarmadji *et al.*, 1989).

4.9 Uji Organoleptik

4.9.1 Aroma

Hasil pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Rata-Rata Uji Organoleptik Aroma Tepung Buah Mangrove

A. marina

Perlakuan	Rata-rata Uji Organoleptik Aroma
1	3.73
2	3.67
3	3.67
4	3.93
5	3.60

Pada Tabel 13. dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung *A. marina* berkisar antara 3.6 – 3.93. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung *A. marina* terendah pada perlakuan 5 sebesar 3.63 dan tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung *A. marina* tertinggi pada perlakuan 4 sebesar 3.93.

Berdasarkan analisis Kruskal Wallis tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung *A. marina* diperoleh nilai X^2 hitung < X^2 tabel 5%, yaitu $7.328 < 9.49$ (Lampiran 15). Hal ini berarti bahwa lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada aroma tepung buah mangrove *A. marina*.

Aroma makanan banyak menentukan kelezatan bahan makanan tersebut. Secara kimiawi, sulit dijelaskan mengapa senyawa-senyawa menyebabkan aroma yang berbeda, karena senyawa-senyawa yang mempunyai struktur kimia dan gugus fungsional yang hampir sama (stereoisomer) kadang-kadang mempunyai aroma yang sangat berbeda, misalnya mentol, isomentol dan neomentol. Sebaliknya senyawa yang sangat berbeda struktur kimianya mungkin menimbulkan aroma yang sama (Winarno, 2002).

4.9.2 Warna

Hasil pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Rata-Rata Uji Organoleptik Warna Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Rata-rata Uji Organoleptik Warna
1	3.4
2	3.4
3	3.53
4	3.47
5	3.67

Pada Tabel 14. dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung buah mangrove *A. marina* berkisar antara 3.4 – 3.67. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung buah mangrove *A. marina* terendah pada perlakuan 1 dan 2 sebesar 3.4 dan tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung buah mangrove *A. marina* tertinggi pada perlakuan 5 sebesar 3,67.

Berdasarkan analisis Kruskal Wallis tingkat kesukaan panelis terhadap warna tepung buah mangrove *A. marina* diperoleh nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel 5%, yaitu $2.016 < 9.49$ (Lampiran16). Hal ini berarti bahwa lama perebusan buah mangrove *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada aroma tepung buah mangrove *A. marina*.

Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor, salah satunya warna. Suatu bahan makanan yang dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau menyimpang dari warna yang seharusnya. Warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran dan kematangan. Baik tidaknya cara pencampuran atau cara pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata (Winarno, 2002).

4.9.3 Rasa

Hasil pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Rata-Rata Uji Organoleptik rasa Tepung Buah Mangrove *A. marina*

Perlakuan	Rasa	
	Rata-rata	Notasi
1	2.27	a
2	2.47	b
3	2.40	ab
4	2.47	b
5	2.87	c

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Pada Tabel 15. dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* berkisar antara 2.27 – 2.87. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* terendah pada perlakuan 1 sebesar 2.27 dan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* tertinggi pada perlakuan 5 sebesar 2.87.

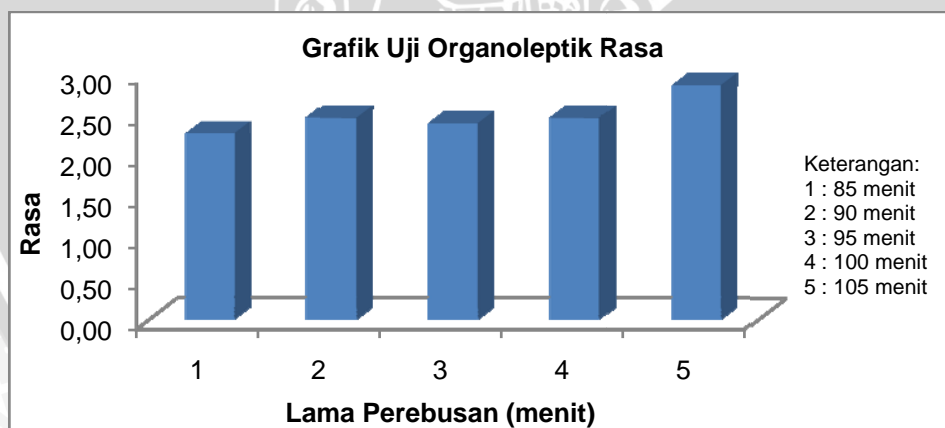
Berdasarkan analisis Kruskal Wallis tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung *A. marina* diperoleh nilai X^2 hitung $> X^2$ tabel 5%, yaitu $9.586 > 9.49$ (Lampiran 17). Hal ini berarti bahwa lama perebusan buah mangrove *A. marina* berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada rasa tepung buah mangrove *A. marina*.

Berdasarkan analisis Kruskal Wallis seperti terlihat pada Tabel 15. dapat diketahui bahwa perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 2, 4 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3. Perlakuan 2 berbeda nyata dengan perlakuan 1 dan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3 dan 4.

Perlakuan 3 berbeda nyata dengan perlakuan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2 dan 4. Perlakuan 4 berbeda nyata dengan perlakuan 5 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2 dan 3. Perlakuan 5 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2, 3 dan 4.

Hasil analisis tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* menunjukkan terjadinya peningkatan seiring meningkatnya lama perebusan buah mangrove *A. marina*. Grafik regresi antara lama perebusan buah *A. marina* terhadap uji organoleptik rasa tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 5.

Pengaturan terhadap cita rasa untuk menunjukkan penerimaan konsumen terhadap suatu bahan makanan umumnya dilakukan dengan alat indera manusia. Bahan makanan yang akan diuji dicobakan kepada beberapa orang panelis pencicip terlatih. Masing-masing panelis member nilai terhadap cita rasa bahan tersebut. Jumlah nilai dari para panelis akan menentukan mutu atau penerimaan terhadap bahan yang diuji (Winarno, 2002).



Gambar 5. Grafik Batang Antara Lama Perebusan Terhadap Uji Organoleptik Rasa

Rasa suatu bahan makanan dipengaruhi oleh tekstur bahan makanan itu sendiri. Tekstur mempunyai pengaruh yang sangat pasti, kehalusan, kekasaran, kegranulan dan kekentalan semuanya dapat mempengaruhi rasa, demikian juga

kesejukan mentol, kesedapan atau kualitas rasa asam amino tertentu dan rasa yang dinyatakan sebagai rasa logam dan rasa basa (de Man, 1997).

4.9.4 Tekstur

Hasil pengujian tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Rata-Rata Uji Organoleptik Tekstur Tepung Buah Mangrove

A. marina

Perlakuan	Tekstur	
	Rata-rata	Notasi
1	2.33	c
2	2.40	d
3	1.73	a
4	2.13	b
5	2.00	c

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Pada Tabel 16. dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur tepung buah mangrove *A. marina* berkisar antara 1.73 – 2.4. Tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur tepung buah mangrove *A. marina* terendah pada perlakuan 3 sebesar 1.73 dan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove *A. marina* tertinggi pada perlakuan 2 sebesar 2.40.

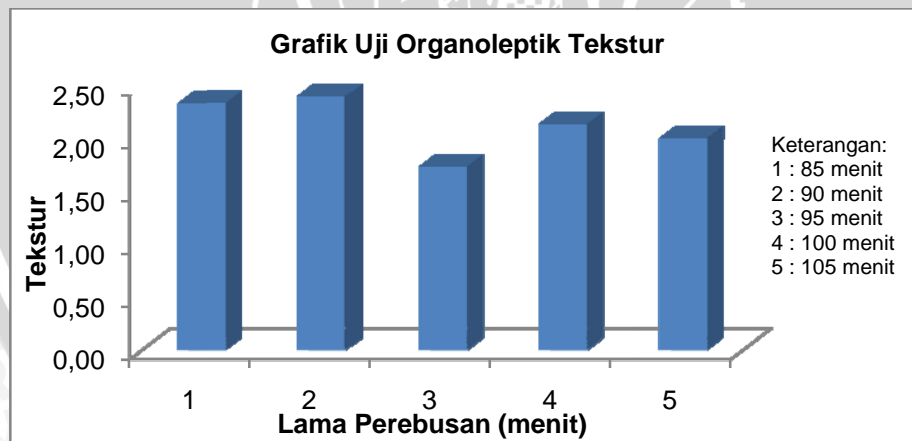
Berdasarkan analisis Kruskal Wallis tingkat kesukaan panelis terhadap aroma tepung *A. marina* diperoleh nilai X^2 hitung $> X^2$ tabel 5%, yaitu $11.521 > 9.49$ (Lampiran 18). Hal ini berarti bahwa lama perebusan buah mangrove *A. marina* berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada tekstur tepung buah mangrove *A. marina*.

Berdasarkan analisis Kruskal Wallis seperti terlihat pada Tabel 16. dapat diketahui bahwa perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 2, 3 dan 4 tetapi

tidak berbeda nyata dengan perlakuan 5. Perlakuan 2 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 3, 4 dan 5. Perlakuan 3 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2, 4 dan 5. Perlakuan 4 berbeda nyata dengan perlakuan 1, 2, 3 dan 5. Perlakuan 5 berbeda nyata dengan perlakuan 2, 3 dan 4 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1.

Hasil analisis tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur tepung buah mangrove *A. marina* menunjukkan terjadinya peningkatan seiring meningkatnya lama perebusan buah mangrove *A. marina*. Grafik regresi antara lama perebusan buah mangrove *A. marina* terhadap uji organoleptik tekstur tepung buah mangrove *A. marina* dapat dilihat pada Gambar 6.

Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan unsur struktur ditata dan digabung menjadi mikro dan makrostruktur dan pernyataan struktur ini ke luar dan dalam segi aliran dan deformasi (de Man, 1997).



Gambar 6. Grafik Batang Antara Lama Perebusan Terhadap Uji Organoleptik Tekstur

Tekstur dan konsistensi suatu bahan akan mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan oleh bahan tersebut. Dari penelitian-penelitian yang dilakukan, diperoleh bahwa perubahan tekstur atau viskositas bahan dapat mengubah rasa

dan bau yang timbul karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan terhadap sel reseptor olfaktori dan kelenjar air liur (Winarno, 2002).

4.10 Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada penelitian “Penggunaan Lama Perebusan Terhadap Kualitas Tepung buah mangrove *A. marina*” ditentukan dengan menggunakan metode de Garmo. Pemilihan perlakuan terbaik didasari pada analisis terhadap beberapa parameter uji yaitu, parameter objektif dan subjektif. Hasil analisis dengan menggunakan metode de Garmo diperoleh perlakuan terbaik 5, yaitu kadar timbal 0.33 ppm, kadar iodium 4.413 ppm, kadar serat kasar 26.581%, kadar protein 5.939%, kadar lemak 1.343%, kadar air 2.334%, kadar abu 2.531%, aroma 3.6, warna 3.667, rasa 2.867 dan tekstur 2 (Lampiran 28).

Hasil analisa perlakuan terbaik kemudian dilanjutkan dengan pengujian kadar kalsium (Ca) dan kadar asam sianida (HCN) pada perlakuan terbaik, yaitu perlakuan 5 perebusan selama 105 menit. Berdasarkan hasil analisis didapat kadar kalsium sebesar 0,098% dan kadar asam sianida 3,58 ppm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Lama perebusan buah mangrove *A. marina* 105 menit dapat mereduksi timbal paling besar pada tepung buah mangrove *A. marina*. Pada lama perebusan 105 menit diperoleh persentase penurunan kandungan timbal pada tepung buah mangrove sebesar 80,12%.
- 2) Lama perebusan berpengaruh nyata terhadap kualitas tepung buah *A. marina*, yaitu pada kadar timbal dan kadar iodium serta uji organoleptik rasa dan tekstur. Tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar serat kasar, protein, lemak, air dan abu serta uji organoleptik aroma dan warna. Lama perebusan yang optimal untuk menghasilkan tepung buah mangrove *A. marina* dengan kualitas terbaik adalah selama 105 menit (perlakuan 5). Hasil analisis yang diperoleh adalah kadar timbal 0.33 ppm, kadar iodium 4.413 ppm, kadar serat kasar 26.581%, kadar protein 5.939%, kadar lemak 1.343%, kadar air 2.334%, kadar abu 2.531%, aroma 3.6, warna 3.667, rasa 2.867 dan tekstur 2.

5.2 Saran

- Di dalam merebus buah mangrove *A. marina* sebaiknya menggunakan rentang waktu yang lebih kecil
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai cara efektif untuk mereduksi timbal dalam tepung buah *A. marina*.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2004. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Amin, B. 2001. **Akumulasi dan distribusi Logam Berat Pb dan Cu Pada Mangrove (*Avicennia marina*) di Perairan Pantai Dumai, Riau**. Laboratorium Kimia Laut, Faperika, Universitas Riau. Riau.
- Anonymous. 2005. **Ditemukan Buah Bakau Sebagai Makanan Pokok**. <http://pestabola.tempointeraktif.com>
- _____. 2008. **Encyclopedia *Avicennia marina***. <http://www.absoluteastronomy.com/topics/species>.
- Anwar, C dan H. Gunawan. 2007. **Peranan Ekologis dan Fungsi Sosial Ekonomis Hutan Mangrove Dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir**. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian.
- Ardany, P. dan A. Surjono. 2005. **Situasi Analisis Garam Iodium di Daerah Gondok Endemis**. Laboratorium Penelitian Kesehatan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Arisandi, P. 2001. **Mangrove Jenis Api-api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran**. <http://www.terranel.or.id/>.
- Arisman, M. B. 2004. **Gizi dalam Daur Hidup : Buku Ajar Ilmu Gizi**. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Badan Pengendalian Pencemaran Jawa Barat. 2009. **Pencemaran Timbal (Pb)**. <http://www.bplhdjawa Barat.gov>.
- Badan Standarisasi Nasional. **Standarisasi Nasional Indonesia : Tepung Terigu**. No. SNI 01-3751-2006.
- Bandaranayake, W. M. 1998. **Traditional and Medicinal Uses of Mangroves**. *Mangroves and Salt Marshes 2* : 133-148.
- Basset, J., R. C. Denney, G. H. Jeffrey dan J. Mendham. 1978. **Vogel's Text Book of Quantitative Inorganic Analysis**. Longman. London and New York.
- Bengen, D. G. 2001. **Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Broody, T. 1999. **Nutritional Biochemistry Second Edition**. Academic Press : University of California. Berkeley. California.
- Buwono, I. D., L. Lestari dan H. Suherman. 2005. **Penurunan Kadar Logam Berat Pb Pada Kerang Hijau (*Mytilus viridis* Linn.)**. *Jurnal Bionatura*. Volume 7 No. 3.

- Darmono. 1995. **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- _____. 2001. **Lingkungan Hidup dan Pencemaran**. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- de Garmo, E. P., W. G., Sullivan dan C. R. Canada. 1984. **Engineering Economy**. Mac Millan Publishing Co. New York.
- de Man, J. 1997. **Kimia Makanan**. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Dewanti, T. W. 2006. **Makalah Untuk Kesehatan : Pangan Fungsional**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ecoton. 2002. **Mangrove Hilang, Pencemaran Pantainya Datang**. <http://www.ecoton.or.id>
- Flores, N. C. 2007. **Drying Foods**. The College of Agriculture and Home Economics. www.cahe.nmsu.edu.
- Gunawan, H. dan C. Anwar. 2005. **Kajian Pemanfaatan Mangrove Dengan Pendekatan Silvofishery**. Laporan Tahunan. Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Halang, B. 2007. **Kandungan Cu dan Pb Pada Air dan Ikan Puyau (*Puntius hugueni*) di Bendungan Sungai Tabaniao desa Bajuin Kecamatan Pelahari Kabupaten Tanah Laut**. Bioscientiae. Volume 4. No. 1.
- Harikedua, J.W., 1992. **Pengaruh perebusan terhadap Komponen Gizi Daging Ikan Layang (*Decapterus russelii*) khususnya Asam Lemak tak Jenuh Omega-3**. Tesis. Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 1988.
- Harris, R.S., dan E. Karmas, 1989. **Evaluasi Gizi pada Pengolahan Bahan Pangan**. Terbitan Kedua. ITB. Bandung.
- Hartati, N. S. dan T. K. Prana. 2003. **Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepung Beberapa Kultivar Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott)**. Jurnal natur Indonesia. 6(1): 29-33 (2003).
- Hutagalung, H. B. 1991. **Pencemaran Laut Oleh Logam Berat**. Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. Puslitbang Oseanologi (LIPI). Jakarta.
- Inoue, Y., O. Hadiyati, H. M. A. Affendi, K. R. Sudarma dan I. N. Budiana. 1999. **Model Pengelolaan Hutan Mangrove Lestari**. Departemen Kehutanan dan Perkebunan dan JICA. Jakarta.
- Inswiasri, A. Lubis, A. T. Tugawati. 1995. **Kandungan Logam Kadmium dalam Biota Laut Jenis Kerang-kerangan dari Teluk Jakarta**. Cermin Dunia Kedokteran No. 103.
- Irwin, R. J. 1997. **Environmental Contaminants Encyclopedia Lead Entry**. National Park Service – Water Resources Divisions. Colorado. USA.

- Kartawinata, K., S. K. Adisoemarto., S. Soemodiharjo dan I. G. M. Tantra. 1979. **Status Pengetahuan Hutan Bakau di Indonesia**. Prosiding Seminar Ekosistem Mangrove. LIPI – MAB : 21-39.
- Kibbe, A. H. 2000. **Handbook of Pharmaceutical Excipients 3rd Edition**. Pharmaceutical Press, London.
- Kohar, I., P. H. Hardjo, M. Jonathan dan O. Agustanti. 2004. **Studi Kandungan Logam Pb dalam Batang dan Daun Kangkung (*Ipomoea reptans*) yang Direbus Dengan Penambahan NaCl dan Asam Asetat**. Makara, Sains. Vol. 8. No. 3.
- Kusmana, C., S. Takeda dan H. Watanabe. 1995. **Litter Production of a Mangrove Forest in East Sumatera, Indonesia**. Prosidings Seminar V : Ekosistem Mangrove. LIPI Jakarta.
- Kusmana, C. S. *et al.* 2003. **Teknik Rehabilitasi Mangrove**. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Latunde, D. G. O., dan R.J. Neale. 1986. **Availability of Iron From Foods**. J. Food Tech., 21 : 255 -68.
- Maliyati, S.A., A. Sulaeman, F. Anwar. 1992. **Pengolahan Pangan Tingkat Rumah tangga**. Departen Pendidikan dan Kebudayaan. Dirjen Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. PB. Bogor.
- McClement, D.J. 2007. **Analysis of Food**. McClement University Press. New York.
- Microsoft Encarta. 2009. **Lead**. Microsoft Cooperation.
- Moeljanto, R., 1984. **Pengolahan Hasil-hasil Sampingan Ikan**. PT Penebar Swadaya. Anggota IKAPI.
- Monoarfa, W. 2002. **Dampak Pemangunan Bagi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Pantai Losari Makassar**. Sci&Tech. Volume 3. No. 3.
- Mulia, F dan L. Sumardjani. 2001. **Hutan Mangrove: Prospek Masa Depan Kehutanan Indonesia**. Paper untuk Kongres Kehutanan Indonesia III, 25-28 Oktober 2001, Jakarta.
- Nainggolan, O dan C. Adimunca. 2006. **Diet Sehat dengan Serat**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemberantasan Penyakit – Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. [http://www.portalkabel\(file/cdk/files\)](http://www.portalkabel(file/cdk/files)).
- Nazir, M. 1989. **Metodologi Penelitian**. Graha Indonesia. Jakarta
- Nontji, A. 1987. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Olson, K. R. 2007. **Poisoning and Drug Overdose**, 2nd edition, 145-147, Prentice-Hall International Inc., USA.
- Ong Che, R. G. 1999. **Concentration Metals in Sediments And Mangrove Root Samples From Mai Po, Hongkong**. Marine Pollution Bulletin 39.

Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 722/MENKES/PER/IX/88.

<http://www.sni.com>.

Picauly, I. 2002. **Iodium dan gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) : Suatu Tujuan Ontologi dan Aksiologi Iodium Dalam Tubuh Serta GAKI dari Masyarakat di Wilayahendemik GAKI Pesisir Pantai Kabupaten Maluku Tengah Propinsi Maluku**. Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Pomeranz, Y dan Meloan. 1994. **Food Analysis : Theory and Practice**. 3rd Edition. Chapman and Hall. New York.

Prabandari, R., A. mangalik, J. Achmad dan Agustiana. 2005. **Pengaruh Waktu Perebusan Dari Dua Jenis Udang yang Berbeda Terhadap Kualitas Tepung Limbah Udang Putih (*Penaeus indicus*) dan Udang Windu (*Penaeus monodon*)**. *Enviroscieniteae*. Vol. 1(1): 24-28.

Prasetyo, S. dan F. Monica. 2004. **Pengaruh Perlakuan Pada Proses Blanching dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat Terhadap Mutu Susu Kedelai**. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. ISSN : 1411 – 4216.

Pratikto, W. 2002. **Perencanaan Perlindungan Pantai Alami untuk Mengurangi resiko Terhadap Bahaya Tsunami**. Makalah Lokakarya Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jakarta, 6 – 7 Agustus 2002.

Primavera, J. H. 1995. **Mangroves and Brackish Water Pond Culture in The Philippines**. *Hydrobiologia* 295 : 303-309.

Purnobasuki. H. 2004 **Potensi Mangrove Sebagai Tanaman Obat**. *Biota* IX (2).

Rochana, E. 2007. **Ekosistem Mangrove dan Pengelolaannya di Indonesia**. <http://www.irwantoshut.com>.

Romomihtarto, K. dan S. Juwana. 2005. **Biologi Laut**. Penerbit Djambatan. Yogyakarta.

Saksono, N. 2002. **Studi Pengaruh Proses Pencucian Garam Terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi**. *Makara Teknologi*. Volume. 6. NO. 1.

Samani, Z., S. Hu., A. T. hanson dan D. M. Heil. 1998. **Remediation of Lead Contaminated Soil by Column Ectraxtion With EDTA : II Modelling**. *Water Air Pollution* 102 : 221-238.

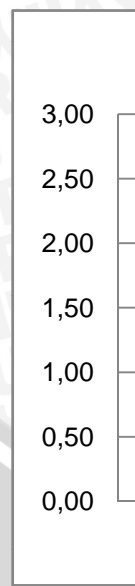
Santoso, N. 2000. **Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove**. Makalah Disampaikan Pada Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut. Jakarta.

Santoso, N. dan H. W. Arifin. 1998. **Rehabilitasi Hutan Mangrove Pada Jalur Hijau Di Indonesia**. Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove (LPP Mangrove). Jakarta.

- Santoso, N., B. C. Nurcahya. A. F. Siregar dan Ida Farida. 2005. **Resep Bahan Makanan Berbahan Baku Mangrove dan Pemanfaatan Nipah**. Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove.
- Setywan, A. D. 2002. **Ekosistem Mangrove Sebagai Kawasan Peralihan Ekosistem Perairan Air Tawar dan Perairan Laut**. Environment Vol 2. No. 1.
- Setywan, A. D. dan K. Winarno. 2006. **Permasalahan Konservasi Ekosistem Mangrove di Pesisir Kabupaten Rembang, Jawa Tengah**. Biodiversitas. Vol. 7. No. 2.
- _____. 2006. **Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasi**. Biodiversitas Volume 7. No.3.
- Siagian, A. 2002. **Ilmu Pengetahuan Tentang Serat Makanan**. <http://www.kompas.com>
- Spalding, M. D., C. Ravilious dan E. P. Green. 2001. **World Atlas of Coral Reefs**. University of California Press. Berkeley. USA.
- Suarni. 2004. **Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan**. Jurnal Litbang Pertanian. Vol. 23. No. 4.
- _____. 2009. **Prospek Pemanfaatan Tepung Jagung Untuk Kue Kering (Cookies)**. Jurnal Litbang Pertanian. Jakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhadi. 2003. **Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian**. Penerbit Liberty Yogyakarta Bekerja Sana Dengan Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sudarmaji, J. Mukono dan I. P. Corie. 2006. **Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**. Jurnal Kesehatan Lingkungan. Vol. 2 No. 2.
- Sumardi, J.A., B.B. Sasmito dan Hardoko. 2007. **Metode Analisa dan Manajemen Laboratorium**. <http://thpfaperik.brawijaya.ac.id>. Diakses pada 17/5/2007 8:53 WIB
- Supriyanto, C., Samin dan Z. Kamal. 2007. **Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu dan Cd Pada Ikan air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)**. Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta.
- Surakhmad, W. 1998. **Pengantar Penelitian Ilmiah**. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Susangka, I., K. Haetani dan Y. Andriani. 2006. **Evaluasi Nilai Gizi Limbah Sayuran Produk Cara Pengolahan Berbeda dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. Bandung.

- Swaminathan, M. 1974. **Effect of Cooking and Heat Processing On The Nutritive Value of Food**. Di dalam Essentials of Food and Nutritions. Ganesh And Company Madras. India. Vol. 1. Hal 384-387.
- Swanson, M . A. 2003. **Drying Foods and Vegetables**. A Pacific Northwest Extension Publication. Idaho. United States of America.
- Terramitra. 2001. **Mangrove Jenis Api-api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir**. <http://www.terranet.com>
- Tomlinson, P. B. 1986. **The Botany of Mangroves**. Cambridge University Press. London
- Utama, H. W. 2006. **Keracunan Sianida**. <http://klikharry.wordpress.com/about/>
- Widigdo, B. 2000. **Diperlukan Pembakuan Kriteria Eko-Biologis Untuk Menentukan “Potensi Alam” Kawasan Pesisir Untuk Budidaya Udang**. Dalam : Prosiding Pelatihan Untuk Pelatih Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor dan Proyek Pesisir dan Coastal resources Center – Rhode Island. Bogor. Indonesia.
- Wikipedia. 2009. **Na-EDTA**. <http://upload.wikipedia.org/wikipedia/common/Na-EDTA.png>.
- _____. 2010. **Boiling**. <http://upload.wikipedia.org/wikipedia/common/Na-Boiling.png>.
- Winarno, F. G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wittig, R. 1993. **General Aspects of Biomonitoring Heavy Metals by Plants**. Di dalam: Markert, B (ed). **Plants as Biomonitors, Indicators, for Heavy Metals in The Terrestrial Environment**. New York: VCH.
- World Health Organization. 1989. **Lead, Environmental Health Criteria I**. WHO. Geneva.
- _____. 1976. **Mercury, Environmental Health Criteria I**. WHO. Geneva.
- Wulandari, S., N. F. Dewi dan Suwonto. 2005. **Identifikasi Bakteri Pengikat Timbal (Pb) Pada Sedimen di Perairan Sungai Siak**. Jurnal Biogenesis Vol. 1 (2) 62-65.
- Yitnosumarto, S. 1991. **Percobaan, Perancangan, Analisis dan Interpretasinya**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

No.	Nama	Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1	Rayi	2	3	2	3	1
2	Meidina	3	2	2	2	2
3	Enal	4	3	1	3	2
4	Anita	3	2	1	4	2
5	Iyuki	3	4	1	2	2
6	Rizky	2	2	2	1	2
7	Rofiq	3	1	1	2	3
8	Attabik	2	3	2	1	1
9	Nia K.	1	2	2	2	3
10	Daly	2	2	2	1	2
11	Dita	3	4	3	3	2
12	Khusnul	2	1	1	2	3
13	Koto	1	2	2	2	1
14	Hendri	2	3	2	2	2
15	Dyke	2	2	2	2	2
TOTAL		35	36	26	32	30
Rata-rata		2,333	2,4	1,733	2,133	2
		4	5	1	2	3



Perlakuan	Total Rank	C	D	E	A	B
		1,733	2,133	2,000	2,333	2,400
C	1,733	0,00	0,40	0,27	0,60	0,67
D	2,133		0,00	-0,13	0,20	0,27
E	2,000			0,00	0,33	0,40
A	2,333				0,00	0,07
B	2,400					0,00

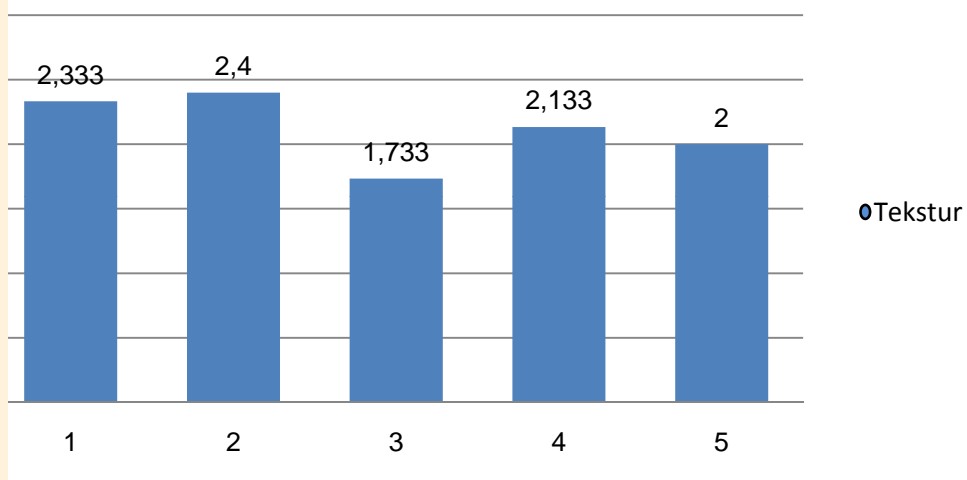
HASIL UJI BEDA

Perlakuan	Total Rank	3	4	5	1	2
C	1,733	tn	*	*	*	*
D	2,133		tn	*	*	*
E	2,000			tn	tn	*
A	2,333				tn	tn
B	2,400					tn
	Notasi	a	b	c	c	d

Perlakuan	Tekstur	
	Rata-rata	Notasi
1	2,33	c
2	2,40	d
3	1,73	a
4	2,13	b
5	2,00	c



Tekstur



Lampiran 1. Prosedur Analisa Kadar Timbal Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Edward, 1990)

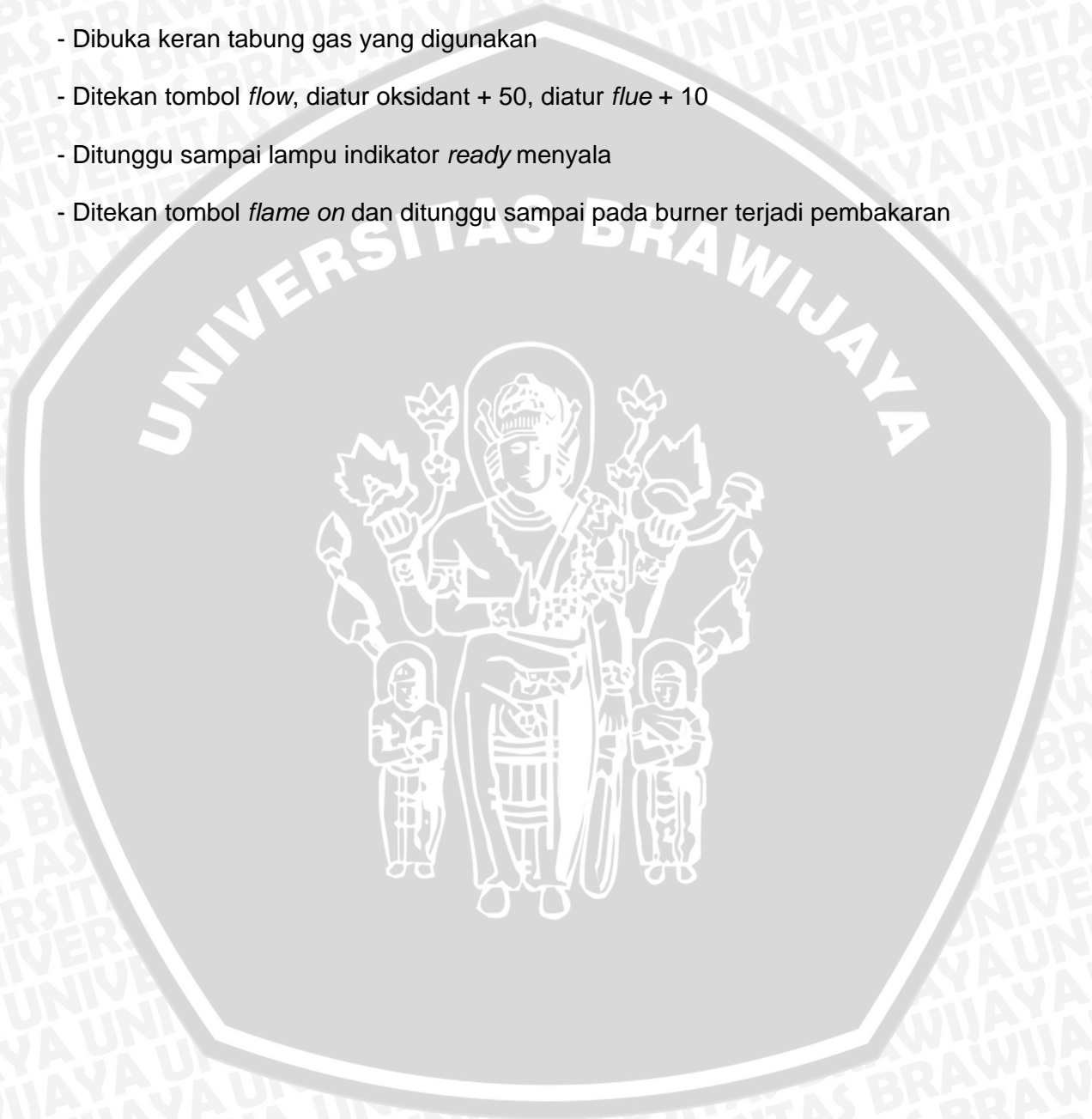
Persiapan sampel :

- Dikeringkan sampel dalam oven pada suhu 50-60°C
- Diancurkan dan dihomogenkan dalam lumpang
- Ditimbang 0,5 – 1 g sampel dalam cawan porselen/Erlenmeyer
- Ditambahkan campuran HNO₃ dan H₂SO₄ volume (1 : 1)
- Dipanaskan selama ± 3 jam (jangan sampai mendidih)
- Didinginkan
- Ditambahkan 0,5 g KMnO₄ dan 5 ml K₂SO₄
- Dipanaskan ± 30 menit
- Ditimbang 0.5 – 1.0 g dan dimasukkan dalam teflon boom
- Ditambahkan 2 – 3 ml HNO₃ dan HF
- Dipanaskan ± 3 jam (jangan sampai mendidih)
- Dibilas Teflon boom dengan aquades dan ditepatkan volumenya, dipindahkan kedalam botol polietilen dan saring
- Dianalisis dengan spektrofotometer AAS

Cara menjalankan spektrofotometer AAS :

- Dipasang lampu sesuai dengan unsur yang akan ditentukan
- Dipasang burner sesuai dengan gas
- Ditekan tombol power, ditunggu hingga keadaan alat stabil
- Diatur arus lampu (*lamp current*) sesuai dengan lampu yang digunakan
- Diatur *slit* sesuai dengan lampu
- Diatur panjang gelombang sesuai dengan lampu
- Diputar angin switch ke posisi *single beam*

- Diatur *peak meter* hingga maksimum
- Dikembalikan *gain switch* ke posisi *double beam* (DB)
- Dihidupkan *exhaust fan*
- Dihidupkan kompresor
- Dibuka keran tabung gas yang digunakan
- Ditekan tombol *flow*, diatur oksidant + 50, diatur *flue* + 10
- Ditunggu sampai lampu indikator *ready* menyala
- Ditekan tombol *flame on* dan ditunggu sampai pada burner terjadi pembakaran



Lampiran 2. Prosedur Analisa Kadar Iodium (Basset *et al.*, 1978)

Persiapan sampel :

- Ditimbang 5 g sampel (mengandung 0,04 – 0,08 µg iodium)
- Dimasukkan kedalam tabung reaksi
- Ditambahkan larutan campuran natrium karbonat dan kalium perklorat ($\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-KClO}_4$) 0,5 ml
- Dikeringkan dalam oven pada suhu $105\text{-}110^\circ\text{C} \pm 2$ jam
- Diabukan dalam muffle pada suhu 500°C selama 4-6 jam
- Didinginkan dan ditambahkan 10 ml larutan asam arsenit
- Didiamkan selama ± 15 menit
- Dipusingkan pada 2000 rpm selama 20 menit

Penetapan sampel :

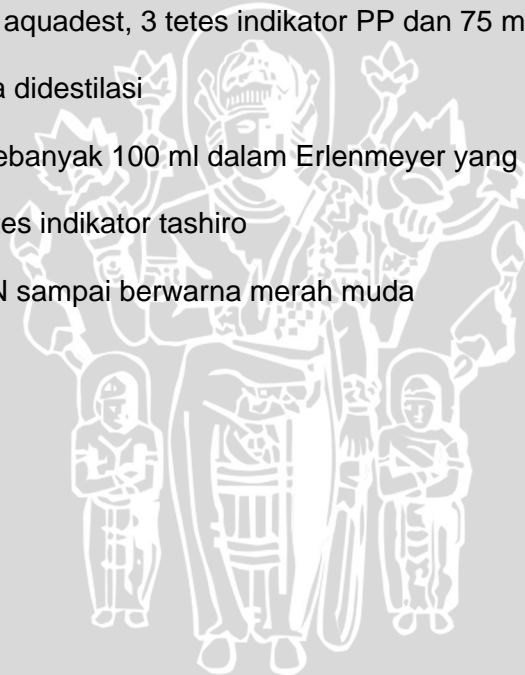
- Diambil 5 ml masing-masing larutan standar kerja iodine 0; 0,04; 0,08; 0,12 dan 0,16 µg iodium/ml dan dimasukkan kedalam tabung reaksi
- Direndam dalam penangas air bersuhu 37°C
- Ditambahkan 1 ml larutan ceri ammonium sulfat kedalam tabung reaksi
- Direduksi ceri ammonium sulfat tepat setelah 20 menit dan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm

Lampiran 3. Prosedur Analisa Serat Kasar (Sudarmadji, *et al.*, 1997)

- Dihaluskan sampel dan diayak melalui ayakan 1 mm
- Ditimbang 2 g sampel kering dan diekstraksi lemaknya dengan soxhlet
- Dipindahkan ke Erlenmeyer 600 ml dan ditambahkan 3 tetes antifoam
- Ditambahkan 200 ml larutan H_2SO_4 mendidih
- Ditutup pendingin balik dan dididihkan selama 30 menit
- Disaring suspensi melalui kertas saring dan residu yang tertinggal dalam erlenmeyer dibilas dengan aquades mendidih
- Diuji tingkat keasamannya dengan kertas lakmus
- Dipindahkan residu dari kertas saring secara kuantitatif ke dalam Erlenmeyer kembali dengan spatula
- Dicuci sisa residu dengan 200 ml NaOH mendidih
- Dididihkan dengan pendingin balik selama 30 menit
- Disaring melalui kertas saring sambil dicuci dengan K_2SO_4 10%
- Ditambahkan aquades mendidih dan 15 ml alcohol 95%
- Dikeringkan kertas saring dalam oven $110^\circ C$ sampai berat konstan
- Didinginkan dalam desikator dan ditimbang
- Ditimbang berat residu, dimana berat residu sama dengan berat kasar

Lampiran 4. Prosedur Analisa Kadar Protein Mikro Kjeldahl (Sudarmadji, *et al.*, 1997)

- Ditimbang sampel 1g
- Ditambahkan 5 ml TCA 7% dan disaring dengan kertas saring kemudian dimasukkan labu Kjeldahl
- Ditambahkan H_2SO_4 pekat didalam ruang asam
- Ditambahkan tablet Kjeldahl sebagai katalisator
- Didestruksi sampai berwarna kuning dan didinginkan. Hasil destruksi dimasukkan kedalam labu destilasi
- Ditambahkan 100 ml aquadest, 3 tetes indikator PP dan 75 ml larutan NaOH pekat dan selanjutnya didestilasi
- Ditampung destilat sebanyak 100 ml dalam Erlenmeyer yang berisi 25 ml larutan H_3BO_3 dan tetes indikator tashiro
- Dititrasi dengan 0,1 N sampai berwarna merah muda



Lampiran 5. Prosedur Analisa Kadar Lemak Metode Goldfish (Sudarmadji, et al., 1997)

- Dioven kertas saring dan tali pada suhu 105°C selama 24 jam
- Didinginkan didalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang kertas saring dan tali
- Ditimbang sampel kering halus 5 g
- Dipindahkan kedalam kertas saring yang dibentuk sedemikian rupa sehingga membungkus bahan dan dapat masuk dalam *thimble*
- Diletakkan sampel dan *thimble* pada sampel tube tepat dibawah kondensor alat destilasi Goldfish
- Dimasukkan pelarut Petroleum Eter 75 ml kedalam gelas piala
- Diletakkan gelas piala pada kondensor
- Dialirkan air pendingin pada kondensor
- Dinaikkan pemanas listrik sampai menyentuh bagian bawah gelas piala dan dinyalakan pemanas listriknya
- Diekstraksi 4 jam
- Dimatikan pemanas listriknya dan diturunkan
- Diambil sampel setelah tidak ada tetesan pelarut
- Dioven pada suhu 105°C selama 30 menit
- Didinginkan didalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang berat akhir

**Lampiran 6. Prosedur Analisa Kadar Air Metode Pengeringan
(Thermogravimetri) (Sudarmadji et al., 1997)**

- Dioven botol timbang yang bersih dengan tutup setengah terbuka pada suhu 105°C selama 24 jam
- Didinginkan didalan desikator selama 15 menit
- Ditimbang botol timbang
- Ditimbang sampel halus 2 g dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya
- Dioven pada suhu 105°C selama 24 jam
- Didinginkan dalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang berat akhir



**Lampiran 7. Prosedur Analisa Kadar Abu Secara Langsung
(Cara Pengeringan) (Sudarmadji et al., 1997)**

- Dioven kurs porselin bersih pada suhu 105°C selama 24 jam
- Didinginkan dalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang kurs porselin
- Ditimbang sampel kering halus 2 g
- Dimasukkan kedalam kurs porselin
- Diabukan dalam muffle pada suhu 650°C sampai berwarna keputih-putihan
- Didinginkan didalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang berat akhir



Lampiran 8. Lembar Pengujian Organoleptik

LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

Tanggal :
Nama Panelis :
Nama Produk : **Tepung *A. marina***

Ujilah aroma, warna, rasa dan tekstur dari produk berikut dan tuliskan seberapa jauh anda mengukai dengan menuliskan nilai pada pernyataan tersebut yang paling sesuai menurut Anda. Dan berilah urutan parameter yang harus diperhatikan dari produk tersebut dari yang paling tidak penting (1) sampai yang paling penting (7) untuk urutan parameter objektif dan (1) sampai (4) untuk parameter subjektif.

Kode	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur
1				
2				
3				
4				
5				

Keterangan nilai :

- Sangat tidak menyukai : 1
- Tidak menyukai : 2
- Menyukai : 3
- Sangat menyukai : 4
- Sangat menyukai sekali : 5

Urutan parameter objektif :

- Timbal :
- Iodium :
- Serat kasar :
- Protein :
- Lemak :
- Air :
- Abu :

Urutan parameter subjektif :

- Aroma :
- Warna :
- Rasa :
- Tekstur :

Lampiran 9. Penentuan Perlakuan Terbaik (De Garmo *et al.*, 1984)

Untuk menentukan kombinasi perlakuan terbaik digunakan metode indeks efektivitas dengan prosedur pembobotan sebagai berikut :

- Mengurutkan (meranking) variabel berdasarkan pentingnya peranannya terhadap mutu produk dari yang tertinggi ke terendah, menurut pendapat panelis.
- Menentukan bobot masing-masing variabel berdasarkan ranking yang diperoleh rupa sehingga kepentingan relatif dapat dikuantifikasi antara 0 sampai 1 (angka 1 untuk yang peranannya tertinggi).
- Menghitung bobot normal dari masing-masing variabel dengan membagi bobot tiap variabel dengan jumlah bobot variabel.

$$\text{Bobot normal} = \frac{\text{bobot masing - masing variabel}}{\text{jumlah bobot variabel}}$$

- Menghitung nilai efektifitas dengan rumus :

$$Ne \text{ (Nilai efektifitas)} = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terjelek}}$$

- Untuk variabel dengan nilai rata-rata semakin besar semakin baik (misalnya nilai mutu organoleptik), maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan nilai tertinggi sebagai nilai terbaik.
 - Untuk variabel dengan nilai rata-rata semakin kecil semakin baik (misalnya kandungan mikroorganisme yang merugikan), maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek dan nilai terendah sebagai nilai terbaik.
- Menghitung nilai hasil (Nh) variabel yang diperoleh dari perkalian antara bobot normal masing-masing variabel dengan Ne-nya.
 - Menjumlahkan semua nilai hasil (Nh) dari masing-masing perlakuan.

- Perlakuan yang memiliki nilai hasil (Nh) tertinggi ditentukan sebagai perlakuan terbaik dalam penelitian.



Lampiran 10. Kadar Timbal Penelitian Pendahuluan I

Rejoso

Nama Sampel	Berat Contoh (gr)	Nilai ppm	Absorbansi (A)
Kulit buah	2,1017	0,440	0,0016
Buah bag. Luar	2,1008	0,277	0,0010
Buah bag. Dalam	2,1019	0,360	0,0013
Tannin	2,1004	0,498	0,0018
Tanah	2,1023	0,608	0,0022
Sedimen	2,1021	0,249	0,0009
Daun muda	2,1013	0,498	0,0018
Daun tua	2,1027	0,304	0,0011
Akar	2,1015	0,194	0,0007
Air*	-	0,372	0,0064
Kulit pohon	2,1011	0,443	0,0016

Gram Contoh → 10 cc → Baca

Oswilangun – Gresik

Nama Sampel	Berat Contoh (gr)	Nilai ppm	Absorbansi (A)
Kulit buah	2,1003	0,720	0,0026
Buah bag. Luar	2,1014	0,387	0,0014
Buah bag. Dalam	2,1018	0,277	0,0010
Tannin	2,1001	0,637	0,0023
Tanah	2,1028	0,857	0,0031
Sedimen	2,1006	0,692	0,0025
Daun muda	2,1030	0,581	0,0021
Daun tua	2,1019	0,387	0,0014
Akar	2,1015	0,692	0,0025
Air*	-	0,622	0,0107

Gram Contoh → 10 cc → Baca

Keterangan :

Standar Absorbansi Pb = 0,0172

* = sampel dalam bentuk cair

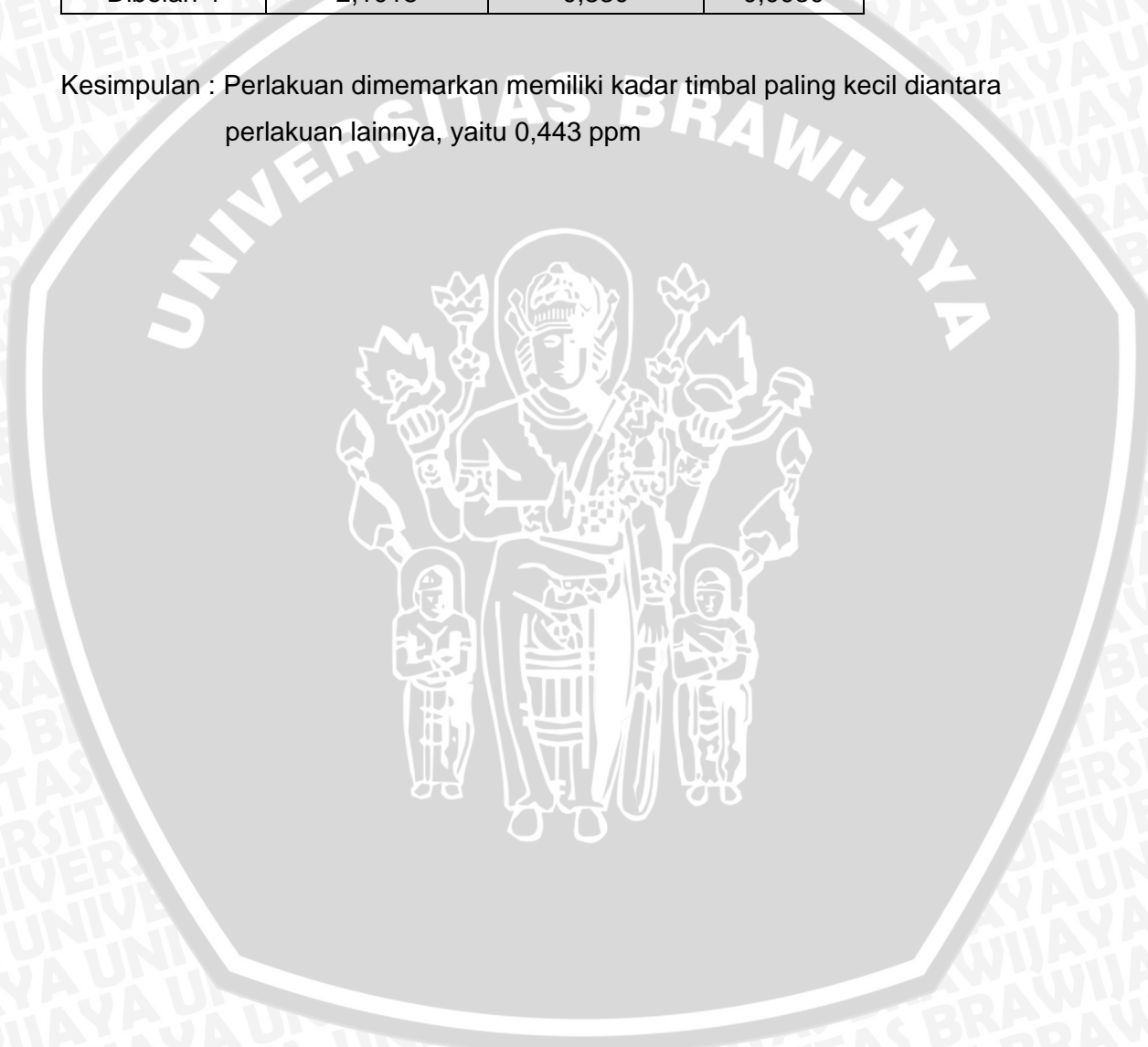
Kesimpulan : Wilayah Oswilangun – Gresik memiliki kadar timbal yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan wilayah Rejoso - Pasuruan

Lampiran 11. Kadar Timbal Penelitian Pendahuluan II

Osowilangun - Gresik

Jenis Perlakuan	Berat Contoh (gr)	Nilai ppm	Absorbansi (A)
Dimemarkan	2,1020	0,443	0,0016
Utuh	2,1014	0,747	0,0027
Diiris	2,1023	0,608	0,0022
Dibelah 4	2,1018	0,830	0,0030

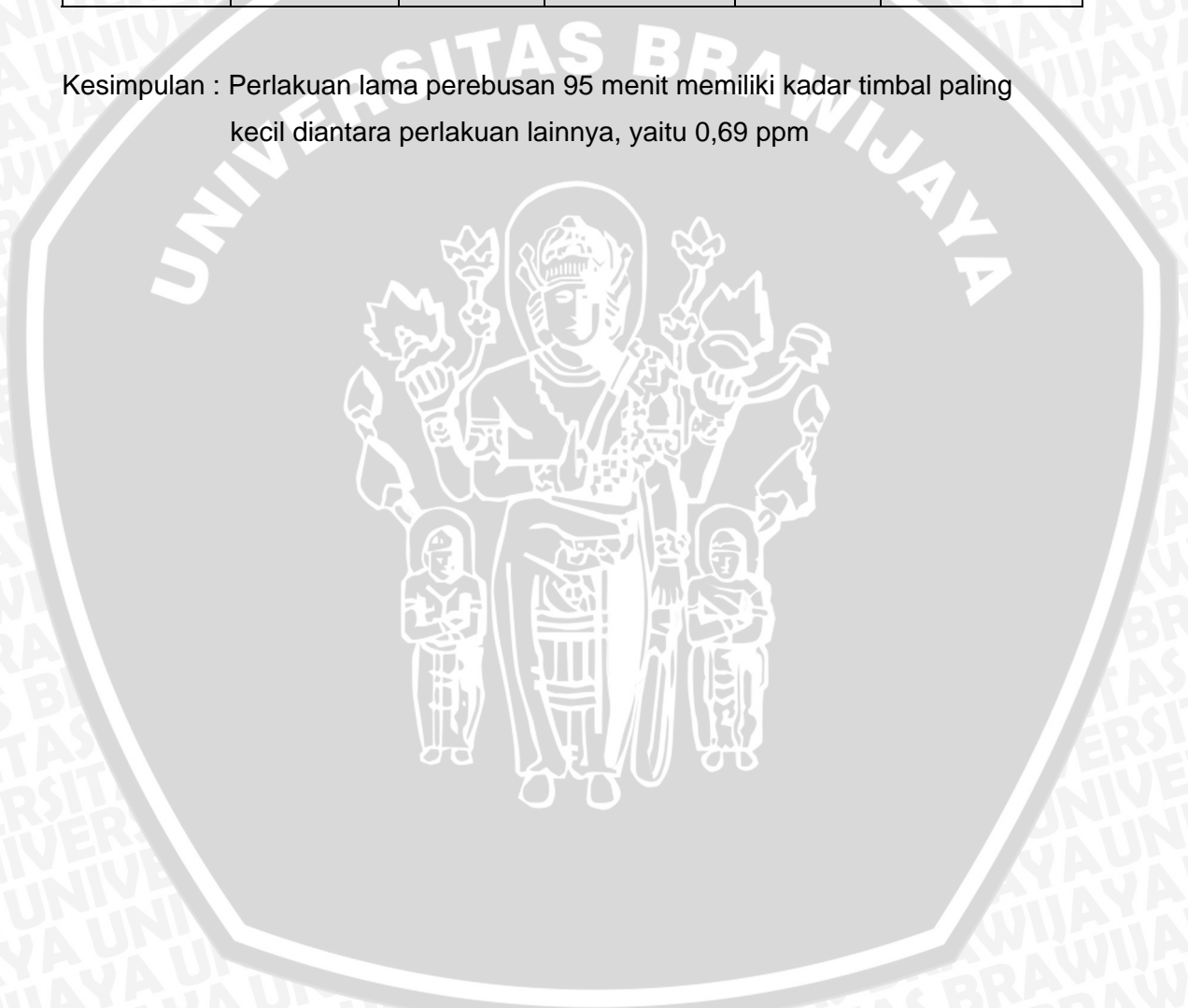
Kesimpulan : Perlakuan dimemarkan memiliki kadar timbal paling kecil diantara perlakuan lainnya, yaitu 0,443 ppm



Lampiran 12. Kadar Timbal Penelitian Pendahuluan III

Lama Perebusan	Air Rendaman (ppm)	Air Rebusan (ppm)	Tepung Mangrove		
			Berat Contoh (gr)	Nilai ppm	Absorbansi (A)
55 menit	0,44	0,51	2,1047	0,83	0,0030
65 menit	0,40	0,56	2,1040	0,91	0,0033
75 menit	0,55	0,52	2,1058	0,72	0,0026
85 menit	0,50	0,59	2,1065	0,77	0,0028
95 menit	0,42	0,46	2,1052	0,69	0,0025

Kesimpulan : Perlakuan lama perebusan 95 menit memiliki kadar timbal paling kecil diantara perlakuan lainnya, yaitu 0,69 ppm



Lampiran 13. Hasil Analisa Proksimat Buah *A. marina* Segar

Komponen	Persentase (%)
Pb	0.92 ppm
Lemak	2.75
Protein	6.24
Karbohidrat	45.32
Iodium	4.99 ppm
Air	38.12

Sumber : Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang (2009)



Lampiran 14. Hasil Analisa Tepung *A. marina* Kontrol

Komponen	Persentase (%)
Pb	1.66 ppm
Lemak	1.96
Protein	5.73
Karbohidrat	79.48
Iodium	5.45 ppm
Air	7.00
Abu	1.25

Sumber : Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang (2009)



Lampiran 15. Uji Organoleptik Aroma

Aroma

No.	Nama	Perlakuan				
		1	2	3	4	5
1	Rayi	4	4	3	3	4
2	Meidina	4	3	3	3	2
3	Enal	3	3	4	3	4
4	Anita	1	3	3	4	4
5	Iyuki	4	3	4	3	4
6	Rizky	4	4	4	4	4
7	Rofiq	3	3	4	4	4
8	Attabik	2	2	4	2	3
9	Nia K.	3	2	2	4	3
10	Daly	5	4	4	5	3
11	Dita	4	5	5	3	5
12	Khusnul	4	4	4	4	4
13	Koto	4	3	3	3	4
14	Hendri	3	4	3	4	3
15	Dyke	3	4	3	3	4
TOTAL		51	51	53	52	55
Rata-rata		3.4	3.4	3.533	3.467	3.667

Tabel Ranking Aroma

No.	Perlakuan					
	1	2	3	4	5	
1	48.5	48.5	48.5	71.5	48.5	
2	15	15	15	15	15	
3	71.5	15	48.5	48.5	48.5	
4	48.5	15	48.5	15	15	
5	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	
6	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	
7	15	15	15	15	15	
8	48.5	15	48.5	48.5	48.5	
9	15	48.5	48.5	71.5	48.5	
10	71.5	48.5	71.5	71.5	15	
11	15	71.5	15	15	15	
12	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	
13	15	15	15	71.5	48.5	
14	48.5	48.5	15	15	15	
15	15	48.5	15	48.5	48.5	
TOTAL		572.5	549.5	549.5	652	526.5
Rata-rata		38.166667	36.633333	36.633333	43.466667	35.1

Hipotesis Penelitian :

H0 : tidak terdapat perbedaan diantara perlakuan

H1 : sekurang-kurangnya terdapat dua perlakuan yang berbeda nyata

b = 15

k = 5

n = 75

$$X^2 \text{ hitung} = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

X^2 hitung = 7,328

X^2 tabel (1%) = 13,28

X^2 tabel (5%) = 9,49

Kesimpulan : X^2 hitung lebih kecil dari X^2 tabel sehingga tidak terdapat perbedaan diantara perlakuan



Lampiran 16. Uji Organoleptik Warna

Warna

No.	Nama	Perlakuan				
		1	2	3	4	5
1	Rayi	4	4	3	3	4
2	Meidina	4	3	3	3	2
3	Enal	3	3	4	3	4
4	Anita	1	3	3	4	4
5	Iyuki	4	3	4	3	4
6	Rizky	4	4	4	4	4
7	Rofiq	3	3	4	4	4
8	Attabik	2	2	4	2	3
9	Nia K.	3	2	2	4	3
10	Daly	5	4	4	5	3
11	Dita	4	5	5	3	5
12	Khusnul	4	4	4	4	4
13	Koto	4	3	3	3	4
14	Hendri	3	4	3	4	3
15	Dyke	3	4	3	3	4
TOTAL		51	51	53	52	55
Rata-rata		3.4	3.4	3.533	3.467	3.667

Tabel Ranking Warna

No.	Perlakuan					
	1	2	3	4	5	
1	23	23	21.5	21.5	23	
2	23	21.5	21.5	21.5	5.4	
3	21.5	21.5	23	21.5	23	
4	1	21.5	21.5	23	23	
5	23	21.5	23	21.5	23	
6	23	23	23	23	23	
7	21.5	21.5	23	23	23	
8	5.4	5.4	23	5.4	21.5	
9	21.5	5.4	5.4	23	21.5	
10	73	23	23	73	21.5	
11	23	73	73	21.5	73	
12	23	23	23	23	23	
13	23	21.5	21.5	21.5	23	
14	21.5	23	21.5	23	21.5	
15	21.5	23	21.5	21.5	23	
TOTAL		347.9	350.8	368.4	366.9	371.4
Rata-rata		23.19333	23.38667	24.56	24.46	24.76



Hipotesis Penelitian :

H0 : tidak terdapat perbedaan diantara perlakuan

H1 : sekurang-kurangnya terdapat dua perlakuan yang berbeda nyata

b = 15

k = 5

n = 75

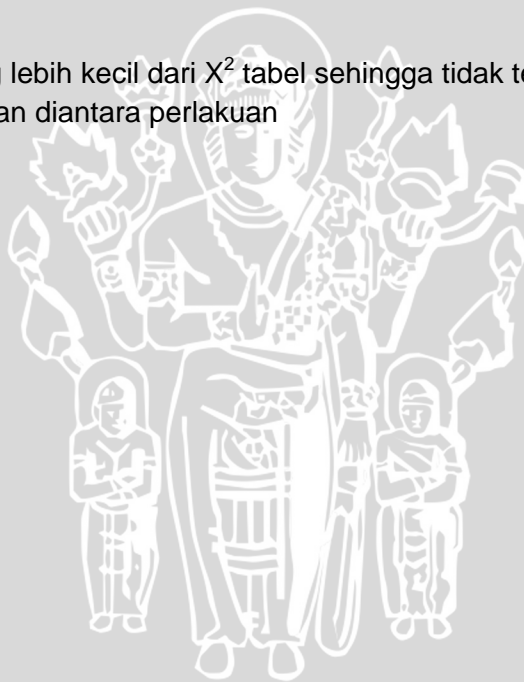
$$X^2 \text{ hitung} = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

X^2 hitung = 2.016

X^2 tabel (1%) = 13,28

X^2 tabel (5%) = 9,49

Kesimpulan : X^2 hitung lebih kecil dari X^2 tabel sehingga tidak terdapat perbedaan diantara perlakuan



Lampiran 17. Uji Organoleptik Rasa

Rasa

No.	Nama	Perlakuan				
		1	2	3	4	5
1	Rayi	2	2	3	3	3
2	Meidina	1	1	1	2	2
3	Enal	2	2	3	2	1
4	Anita	1	2	3	2	2
5	Iyuki	2	2	2	1	3
6	Rizky	2	3	3	2	3
7	Rofiq	3	3	1	3	3
8	Attabik	3	2	3	4	4
9	Nia K.	2	3	1	2	2
10	Daly	2	3	3	4	2
11	Dita	3	3	3	2	3
12	Khusnul	4	4	3	4	4
13	Koto	2	2	3	2	3
14	Hendri	2	3	1	2	4
15	Dyke	3	2	3	2	4
TOTAL		34	37	36	37	43
Rata-rata		2.267	2.467	2.4	2.467	2.867

Tabel Ranking Rasa

No.	Perlakuan					
	1	2	3	4	5	
1	24	24	52.5	52.5	52.5	
2	5	5	5	24	24	
3	24	24	52.5	24	5	
4	5	24	52.5	24	24	
5	24	24	24	5	52.5	
6	24	52.5	52.5	24	52.5	
7	52.5	52.5	5	52.5	52.5	
8	52.5	24	52.5	71	71	
9	24	52.5	5	24	24	
10	24	52.5	52.5	71	24	
11	52.5	52.5	52.5	24	52.5	
12	71	71	52.5	71	71	
13	24	24	52.5	24	52.5	
14	24	52.5	5	24	71	
15	52.5	24	52.5	24	71	
TOTAL		483	559	569	539	700
Rata-rata		32.2	37.26667	37.93333	35.93333	46.66667

Hipotesis Penelitian :

H0 : tidak terdapat perbedaan diantara perlakuan

H1 : sekurang-kurangnya terdapat dua perlakuan yang berbeda nyata

b = 15

k = 5

n = 75

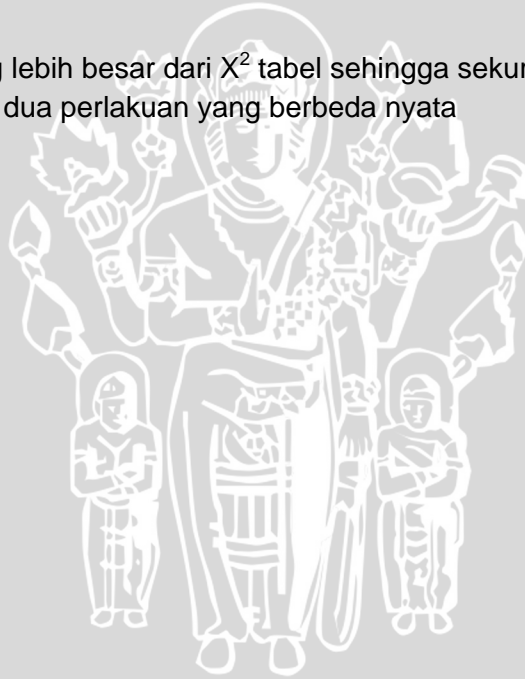
$$X^2 \text{ hitung} = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

X² hitung = 9,586

X² tabel (1%) = 13,28

X² tabel (5%) = 9,49

Kesimpulan : X² hitung lebih besar dari X² tabel sehingga sekurang-kurangnya terdapat dua perlakuan yang berbeda nyata



Lampiran 18. Uji Organoleptik Tekstur

Tekstur

No.	Nama	Perlakuan				
		1	2	3	4	5
1	Rayi	2	3	2	3	1
2	Meidina	3	2	2	2	2
3	Enal	4	3	1	3	2
4	Anita	3	2	1	4	2
5	Iyuki	3	4	1	2	2
6	Rizky	2	2	2	1	2
7	Rofiq	3	1	1	2	3
8	Attabik	2	3	2	1	1
9	Nia K.	1	2	2	2	3
10	Daly	2	2	2	1	2
11	Dita	3	4	3	3	2
12	Khusnul	2	1	1	2	3
13	Koto	1	2	2	2	1
14	Hendri	2	3	2	2	2
15	Dyke	2	2	2	2	2
TOTAL		35	36	26	32	30
Rata-rata		2.333	2.4	1.733	2.133	2

Tabel Ranking Tekstur

No.	Perlakuan				
	1	2	3	4	5
1	35.5	63.5	35.5	63.5	8
2	63.5	35.5	35.5	35.5	35.5
3	73.5	63.5	8	63.5	35.5
4	63.5	35.5	8	73.5	35.5
5	63.5	73.5	8	35.5	35.5
6	35.5	35.5	35.5	8	35.5
7	63.5	8	8	35.5	63.5
8	35.5	63.5	35.5	8	8
9	8	35.5	35.5	35.5	63.5
10	35.5	35.5	35.5	8	35.5
11	63.5	73.5	63.5	63.5	35.5
12	35.5	8	8	35.5	63.5
13	8	35.5	35.5	35.5	8
14	35.5	63.5	35.5	35.5	35.5
15	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
TOTAL	655.5	665.5	423	572	534
Rata-rata	43.7	44.36667	28.2	38.13333	35.6

Hipotesis Penelitian :

H0 : tidak terdapat perbedaan diantara perlakuan

H1 : sekurang-kurangnya terdapat dua perlakuan yang berbeda nyata

b = 15

k = 5

n = 75

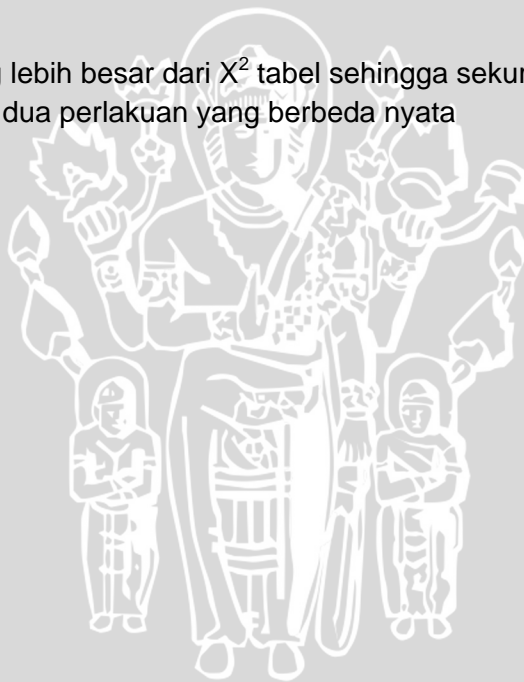
$$X^2 \text{ hitung} = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

X^2 hitung = 11,521

X^2 tabel (1%) = 13,28

X^2 tabel (5%) = 9,49

Kesimpulan : X^2 hitung lebih besar dari X^2 tabel sehingga sekurang-kurangnya terdapat dua perlakuan yang berbeda nyata



Lampiran 19. Kadar Timbal

Rata-rata Kadar Timbal (ppm)

Perlakuan	Kadar Timbal (ppm)				Rata-rata Kadar Timbal (ppm)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
1	0.510	0.450	0.470	0.530	0.490
2	0.340	0.390	0.630	0.600	0.490
3	0.730	0.730	0.660	0.630	0.688
4	0.620	0.560	0.430	0.470	0.520
5	0.280	0.340	0.370	0.330	0.330

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.258	0.065	9.474	3.06	4.89
Galat	15	0.102	0.007			
Total	19	0.361				

Analisis Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil

Rerata Perlakuan		5	1	2	4	3	Notasi
		0.330	0.49	0.490	0.520	0.688	
5	0.330	0					a
1	0.490	0.160	0				b
2	0.490	0.160	0	0			b
4	0.520	0.190	0.03	0.03	0		c
3	0.688	0.358	0.20	0.198	0.168	0	d

SED = 0.029194

BNT 5% = 0.06221

Lampiran 20. Kadar Iodium

Rata-rata Kadar Iodium (ppm)

Perlakuan	Kadar Iodium (ppm)				Rata-rata Kadar Iodium (ppm)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
1	4.230	4.420	4.670	4.570	4.473
2	4.800	4.710	4.860	4.760	4.783
3	4.040	4.140	3.690	3.600	3.868
4	3.670	3.570	4.010	3.880	3.783
5	4.600	4.420	4.250	4.380	4.413

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	2.894	0.723	21.236	3.06	4.89
Galat	15	0.511	0.034			
Total	19	3.405				

Analisis Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil

Rerata Perlakuan		4	3	5	1	2	Notasi
		3.783	3.87	4.413	4.473	4.783	
4	3.783	0					a
3	3.868	0.085	0				a
5	4.413	0.630	0.55	0			b
1	4.473	0.690	0.61	0.03	0		bc
2	4.783	1.000	0.92	0.370	0.310	0	c

SED = 0.0652543

BNT 5% = 0.13905694

Lampiran 21. Kadar Serat Kasar

Rata-rata Kadar Serat Kasar (%)

Perlakuan	Serat Kasar (%)				Rata-rata Kadar Serat Kasar (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
A	20.394	20.367	32.708	27.903	25.343
B	20.322	20.376	29.828	31.850	25.594
C	20.431	20.416	30.859	29.380	25.271
D	20.341	22.309	29.389	28.311	25.088
E	20.340	20.351	31.983	29.669	25.586

Analisis sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	17.785	4.446	0.095	3.06	4.89
Galat	15	701.889	46.793			
Total	19	719.674				

$F_{hitung} < F_{tabel\ 5\%}$

$0.095 < 3.06$



Lampiran 22. Kadar Protein

Rata-rata Kadar Protein (%)

Perlakuan	Kadar Protein (%)				Rata-rata Kadar Protein (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
1	4.610	4.740	2.517	11.280	5.787
2	4.340	4.290	2.828	9.836	5.323
3	4.940	4.800	5.283	3.550	4.643
4	3.910	4.160	8.680	10.969	6.930
5	4.200	4.270	6.264	9.021	5.939

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	11.327	2.832	0.339	3.06	4.89
Galat	15	125.269	8.351			
Total	19	136.596				

F hitung < F tabel 5%

0.339 < 3.06



Lampiran 23. Kadar Lemak

Rata-rata Kadar Lemak (%)

Perlakuan	Kadar Lemak (%)				Rata-rata Kadar Lemak (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
1	1.600	1.670	1.401	1.350	1.505
2	1.700	1.680	1.210	1.260	1.463
3	1.300	1.360	1.600	1.540	1.450
4	1.400	1.470	1.450	1.370	1.423
5	1.560	1.500	0,90	0.970	1.343

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.670	0.167	0.022	3.06	4.89
Galat	15	114.549	7.637			
Total	19	115.219				

$F_{hitung} < F_{tabel\ 5\%}$

$0.22 < 3.06$



Lampiran 24. Kadar Air

Rata-rata Kadar Air (%)

Perlakuan	Kadar Air (%)				Rata-rata Kadar Air (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
1	3.014	3.131	1.950	3.132	2.807
2	4.430	3.442	2.711	1.209	2.948
3	3.301	6.239	4.420	2.198	4.039
4	4.932	1.514	1.899	3.846	3.048
5	4.550	1.658	1.716	1.413	2.334

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	6.239	1.560	0.783	3.06	4.89
Galat	15	29.885	1.992			
Total	19	36.123				

F hitung < F tabel 5%

0.783 < 3.06



Lampiran 25. Kadar Abu

Rata-rata Kadar Abu (%)

Perlakuan	Kadar Abu (%)				Rata-rata Kadar Abu (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	
1	2.421	2.590	2.614	2.543	2.542
2	2.225	2.284	2.387	1.177	2.018
3	2.121	1.881	2.355	2.860	2.304
4	2.183	2.336	2.620	2.407	2.386
5	2.596	2.367	2.412	2.751	2.531

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	4	0.732	0.183	1.619	3.06	4.89
Galat	15	1.696	0.113			
Total	19	2.428				

F hitung < F tabel 5%

1.619 < 3.06



Lampiran 26. Nilai pH Air Rendaman dan Air Rebusan

Air Rendaman

Lama Perendaman (menit)	Air Rendaman			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
85	4.68	4.54	4.71	4.81
90	4.81	4.71	4.85	4.66
95	4.55	4.78	4.86	4.84
100	4.78	4.84	4.87	4.86
105	4.63	4.81	4.83	4.67

Air Rebusan

Lama Perebusan (menit)	Air Rebusan			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
85	5.19	5.11	5.17	5.19
90	5.2	5.2	5.15	5.18
95	5.09	5.28	5.28	5.28
100	5.32	5.34	5.35	5.36
105	4.84	5.03	5.05	5.06

Lampiran 27. Kadar Pb Pada Air Rendaman dan Air Rebusan

Air Rendaman

Lama Perendaman (menit)	Air Rendaman			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
85	0.52	0.58	0.54	0.59
90	0.55	0.48	0.49	0.53
95	0.58	0.63	0.59	0.65
100	0.62	0.59	0.67	0.65
105	0.47	0.42	0.62	0.58

Air Rebusan

Lama Perebusan (menit)	Air Rebusan			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
85	0.62	0.58	0.65	0.68
90	0.56	0.59	0.55	0.59
95	0.70	0.74	0.72	0.77
100	0.73	0.80	0.76	0.83
105	0.52	0.38	0.63	0.54

Lampiran 28. Perlakuan Terbaik Penelitian Utama (De Garmo, 1984)

Perlakuan :

- 1 : Lama perebusan 85 menit
- 2 : Lama perebusan 90 menit
- 3 : Lama perebusan 95 menit
- 4 : Lama perebusan 100 menit
- 5 : Lama perebusan 105 menit

UJI ORGANOLEPTIK

Perlakuan	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur
A	3.733	3.4	2.267	2.333
B	3.667	3.4	2.467	2.400
C	3.667	3.533	2.4	1.733
D	3.933	3.467	2.467	2.133
E	3.6	3.667	2.867	2
Terbaik	3.933	3.667	2.867	2.4
Terjelek	3.6	3.4	2.267	1.733
Selisih	0.333	0.267	0.6	0.667
BV	0.875	0.9	0.975	1
BN	0.233	0.24	0.26	0.267

Perlakuan		Aroma	Warna	Rasa	Tekstur	TOTAL NH
A	NE	0.4	0	0	0.9	0.333
	NH	0.093	0	0	0.24	
B	NE	0.2	0	0.333	1	0.4
	NH	0.047	0	0.087	0.267	
C	NE	0.2	0.5	0.222	0	0.224
	NH	0.047	0.12	0.058	0	
D	NE	1	0.25	0.333	0.6	0.54
	NH	0.233	0.06	0.087	0.16	
E	NE	0	1	1	0.4	0.607
	NH	0	0.24	0.26	0.107	

UJI FISIK DAN KIMIA

Perlakuan	Air	Abu	Protein	Lemak	Serat Kasar	Iodium	Timbal (Pb)
A	2.807	2.542	5.787	1.505	25.343	4.473	0.490
B	2.948	2.018	5.323	1.463	25.594	4.783	0.490
C	4.039	2.304	4.643	1.423	25.271	3.868	0.688
D	3.048	2.386	6.930	1.343	25.088	3.783	0.520
E	2.334	2.531	5.939	1.233	25.586	4.413	0.330
Total	15.176	11.782	28.622	6.966	126.881	21.318	2.518
Ranking	V	VII	II	VI	III	IV	I
Rata - rata	3.035	2.356	5.724	1.393	25.376	4.264	0.504
Terbaik	2.334	2.018	6.930	1.505	25.343	4.783	0.330
Terjelek	4.039	2.542	4.643	1.233	25.088	3.783	0.688
Selisih	-1.705	-0.524	2.286	0.273	0.255	1.000	-0.358
BV	6.028	4.680	11.369	2.767	50.400	8.468	1.000
BN	0.071	0.055	0.134	0.033	0.595	0.100	0.012

Perlakuan		Air	Abu	Protein	Lemak	Serat Kasar	Iodium	Timbal (Pb)	Total NH
A	NE	0.723	0	0.500	1	1	0.69	0.552	0.822
	NH	0.051	0	0.067	0.033	0.595	0.069	0.007	
B	NE	0.640	1	0.297	0.844	1.981	1	0.552	1.453
	NH	0.046	0.055	0.040	0.028	1.178	0.100	0.007	
C	NE	0	0.454	0	0.697	0.719	0.085	0	0.484
	NH	0	0.025	0	0.023	0.428	0.008	0	
D	NE	0.582	0.298	1	0.407	0	0	0.469	0.211
	NH	0.041	0.016	0.134	0.013	0	0	0.006	
E	NE	1	0.020	0.567	0	1.949	0.63	1	1.383
	NH	0.07116	0.001	0.076	0	1.160	0.063	0.012	

PERLAKUAN TERBAIK PENELITIAN UTAMA

Perlakuan	Total NH Organoleptik	Total NH Fisik + Kimia	Total NH
A	0.333	0.822	1.155
B	0.400	1.453	1.853
C	0.224	0.484	0.709
D	0.540	0.211	0.751
E	0.607	1.383	1.989

