

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN LARUTAN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) TERHADAP KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb
TEPUNG BUAH MANGROVE (*Avicennia marina*)**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN DAN KELAUTAN**

Oleh :
YUNIAR ARUM HARTANTI
0710830005



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN LARUTAN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) TERHADAP KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb
TEPUNG BUAH MANGROVE (*Avicennia marina*)**

*Laporan Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Perikanan Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya Malang*

Oleh :

YUNIAR ARUM HARTANTI

0710830005

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Ir. Darius, M. Biotech

NIP. 19500531 198103 1 003

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr.Ir. Eddy Suprayitno, MS

NIP. 19591005 198503 1 004

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Hardoko, MS

NIP. 19571119 198601 1 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP

NIP. 19581231 198601 2 002

Tanggal :

**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal:

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, rahmat serta hidayah-Nya sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan sejak penyusunan usulan penelitian sampai dengan selesainya penyusunan laporan skripsi ini.
2. Kedua orang tuaku tercinta yang telah memberikan doa, dukungan materil dan moril selama penyusunan skripsi.
3. Sahabat-sahabatku tersayang yang selalu memberikan semangat, dukungan dan bantuannya selama penyusunan skripsi ini.
4. Teman-teman THP 2007, team mangrove, teman-teman kost KR65 terimakasih atas semangat dan bantuannya selama ini.

Dengan segala keterbatasan kemampuan dan kerendahan hati, semoga laporan skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi pembaca.

Malang, April 2011

PENULIS

YUNIAR ARUM HARTANTI (NIM 0710830005). Skripsi tentang Pengaruh Lama Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Kandungan Logam Berat Pb Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (di bawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS** dan **Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP**)

Mangrove sebagai akumulator logam berat pencemar, memiliki mekanisme organ untuk melakukan resistensi terhadap kandungan logam berat dalam jaringannya, sehingga mangrove memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap logam berat yang mencemari lingkungan dan menyimpannya dalam jaringan daun, akar dan batang menjadikan logam berat berbahaya secara kimia akan mengalami inaktivasi, sehingga keberadaan mangrove dapat berperan menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut. Mangrove yang dapat menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut ialah *Avicennia marina* (pohon api-api) dengan cara mengakumulasi logam berat (penyerapan dan penyimpanan dalam organ daun, akar dan batang). Selain itu jenis mangrove ini dapat dijadikan sebagai bahan makanan. Salah satu usaha pemanfaatan sumberdaya tanaman mangrove terutama buah api-api (*Avicennia marina*) sebagai bahan baku pangan serta untuk meningkatkan nilai ekonomisnya adalah dengan cara mengolahnya menjadi tepung.

Rasa tepung dari daging buah *Avicennia marina* yang diolah menjadi makanan mempunyai ciri khas rasa dingin dan pecah pada saat digigit sehingga dapat menimbulkan ciri khas. Akan tetapi buah mangrove tidak dapat langsung diolah menjadi tepung dikarenakan terdapat tanin yang apabila bagian tersebut tidak dihilangkan dan ikut direbus maka seluruh buah mangrove akan berwarna biru keunguan dan tercium bau tembakau rokok sehingga tidak enak dimakan.

Bahan makanan selain mengandung nutrisi juga terdapat senyawa-senyawa kimia yang tidak mempunyai nilai nutrisi. Adanya senyawa kimia yang tidak mempunyai nutrisi tersebut selalu dihubungkan dengan sifat-sifat yang tidak diinginkan dan kadang-kadang beracun sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Bahaya yang ditimbulkan dapat berupa keracunan yang akut atau bersifat menahun dan dapat menimbulkan perubahan sifat (mutagen). Salah satu bahan yang dapat membahayakan kesehatan manusia ialah logam berat Pb.

Dari manfaat mangrove sebagai alternatif sumber pangan dan disatu sisi mangrove mampu mengakumulasi logam berat yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya untuk menghilangkan kandungan logam berat Pb dalam produk tepung buah mangrove *Avicennia marina* sehingga layak untuk dikonsumsi. Salah satu upaya untuk menghilangkan kandungan logam berat Pb ini adalah dengan cara perendaman larutan jeruk nipis.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati dan Laboratorium Kimia Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Desember 2010 sampai Maret 2011.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama waktu perendaman menggunakan larutan jeruk nipis terhadap kadar Pb tepung *Avicennia marina*, mengetahui lama waktu perendaman optimal larutan jeruk nipis sehingga dapat menghasilkan kualitas tepung dengan kadar Pb paling rendah.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan satu faktor perlakuan dan empat kali ulangan ($n=4$). Faktor perlakuan dalam penelitian ini, yaitu lama perendaman larutan jeruk nipis sebesar 120 menit (A), 150 menit (B), 180 menit (C), 210 menit (D) dan 240 menit (E). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Parameter uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis kimia meliputi kadar Pb, kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, kadar HCN, dan kadar tanin.

Data parametrik dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode Zeleny.

Peningkatan lama perendaman larutan jeruk nipis pada pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina* yang berbeda dapat memberikan pengaruh nyata terhadap nilai Pb. Perlakuan terbaik diperoleh pada lama perendaman larutan jeruk nipis selama 240 menit dengan rata-rata kadar Pb sebesar 0,27 ppm; kadar air sebesar 3,74%; kadar abu sebesar 1,72%; kadar karbohidrat sebesar 84,24%; kadar lemak sebesar 1,39%; kadar protein sebesar 2,81%; kadar HCN sebesar 5,35 ppm dan kadar tanin sebesar 344 ppm.



DAFTAR ISI

Halaman

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Hipotesa	6
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Buah Mangrove <i>Avicennia marina</i>	7
2.2 Tepung Mangrove	10
2.3 Kualitas Tepung	12
2.4 Perendaman	13
2.5 Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>)	15
2.6 Timbal (Pb)	17
2.6.1 Definisi dan Sifat-Sifat Timbal (Pb)	17
2.6.2 Penggunaan Timbal	21
2.6.3 Sumber Pencemaran Timbal	21
2.6.4 Mekanisme Perjalanan Logam Berat	24
2.6.5 Metode Pengikatan Logam Berat oleh Asam Sitrat	25
2.6.6 Efek Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan	27
2.6.7 Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)	29
2.7 Tanin	30
2.7.1 Definisi Tanin	30
2.7.2 Sifat Tanin	32
2.7.3 Jenis-Jenis Tanin	34
2.8 Asam Sianida (HCN)	35
2.8.1 Definisi Asam Sianida (HCN)	35
2.8.2 Sifat Asam Sianida (HCN)	39
3. MATERI DAN METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	40
3.1.1 Bahan	40
3.1.2 Alat	40
3.2 Metode Penelitian	41
3.2.1 Metode	41
3.2.2 Variabel	41
3.3 Prosedur Penelitian	41
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	41



3.3.1.1 Penelitian Pendahuluan I	41
3.3.1.2 Penelitian Pendahuluan II	43
3.3.1.3 Penelitian Pendahuluan III	44
3.3.1.4 Penelitian Pendahuluan IV	45
3.3.2 Penelitian Utama	47
3.4 Analisis Data	49
3.5 Pembuatan Tepung Mangrove	50
3.5.1 Persiapan Bahan	50
3.5.2 Perebusan	50
3.5.3 Penirisan I	51
3.5.4 Perendaman Larutan Jeruk Nipis	51
3.5.5 Penirisan II	51
3.5.6 Pencucian	51
3.5.7 Penirisan	52
3.5.8 Pengeringan	52
3.5.9 Penepungan	52
3.5.10 Pengayakan	52
3.6 Parameter Analisis	53
3.6.1 Analisis Logam Berat (Pb)	53
3.6.1.1 Sampel Padat	53
3.6.1.2 Sampel Cair	55
3.6.2 Analisis Kadar Air	56
3.6.3 Analisis Kadar Abu	57
3.6.4 Analisis Kadar Protein	58
3.6.5 Analisis Kadar Lemak	60
3.6.6 Analisis Kadar Karbohidrat	61
3.6.7 Analisis Kadar Tanin	62
3.6.8 Analisis Kadar HCN	63
3.7 Penentuan Perlakuan Terbaik Dengan Zeleny	64
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	66
4.1.1 Penelitian Pendahuluan	66
4.1.1.1 Penelitian Pendahuluan I	66
4.1.1.2 Penelitian Pendahuluan II	67
4.1.1.3 Penelitian Pendahuluan III	68
4.1.1.4 Penelitian Pendahuluan IV	69
4.1.2 Penelitian Utama	69
4.2 Parameter Kimia	70
4.2.1 Kadar Pb	70
4.2.2 Kadar Air	73
4.2.3 Kadar Abu	74
4.2.4 Kadar Karbohidrat	77
4.2.5 Kadar Lemak	79
4.2.6 Kadar Protein	80
4.2.7 Kadar HCN (Asam Sianida)	83
4.2.8 Kadar Tanin	84
4.2.9 Kadar pH	86
4.3 Perlakuan Terbaik	88
4.4 Uji Organoleptik Rasa	89
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran	90

DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	98



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove ialah hutan yang berkembang di daerah pantai yang berair tenang dan terlindung dari hempasan ombak, serta eksistensinya bergantung adanya aliran air laut dan aliran sungai. Hutan mangrove tumbuh berbatasan dengan darat pada jangkauan air pasang tertinggi, sehingga ekosistem ini merupakan daerah transisi yang tentu eksistensinya juga dipengaruhi oleh faktor-faktor darat dan laut (Pramudji, 2001).

Hutan mangrove, selain merupakan suatu ekosistem yang sangat unik dan merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat potensial, dari segi ekologis, hutan mangrove juga mempunyai fungsi yang penting ialah secara fisik, tegakan mangrove dapat menahan atau menyerap tiupan angin kencang dari laut ke darat, melindungi pantai dari proses erosi atau abrasi, menjaga garis pantai agar tetap stabil, menahan sedimen secara periodik sampai terbentuk lahan baru, serta sebagai penyangga proses intrusi atau rembesan air laut ke darat. Secara biologi, ekosistem mangrove berfungsi sebagai sumber plasma nutfah dan genetika, sebagai habitat alami bagi berbagai jenis biota darat dan laut lainnya, serta sebagai kawasan *nursery ground* (kawasan pemijah atau asuhan) dan sumber makanan bagi udang, ikan, kepiting dan kerang. Secara kimia, ekosistem mangrove berfungsi sebagai tempat proses terjadinya daur ulang yang menghasilkan oksigen, sebagai penyerap karbondioksida, dan sebagai pengolah bahan-bahan limbah hasil pencemaran industri dan kapal-kapal di lautan (Arief, 2003).

Berkaitan dengan kemampuan mengolah bahan-bahan limbah hasil cemaran industri, salah satu jenis mangrove yang dapat menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut ialah *Avicennia marina* (pohon api-api)

dengan cara mengakumulasi logam berat (penyerapan dan penyimpanan dalam organ daun, akar dan batang) (Irwanto, 2007).

Tumbuhan yang hidup di daerah tercemar memiliki kemampuan penyesuaian yang membuat polutan menjadi non aktif dan disimpan di dalam jaringan tua sehingga tidak membahayakan pertumbuhan dan kehidupan tumbuhan. Polutan tersebut akan berpengaruh apabila dikeluarkan melalui metabolisme jaringan atau jika tumbuhan tersebut dikonsumsi. Adapun mekanisme yang dilakukan tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi toksik adalah melalui cara ameliorasi (penanggulangan) yang meliputi lokalisasi intra dan ekstraseluler, ekskresi, dilusi, dan inaktivasi; toleransi dengan mengembangkan sistem metabolik yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik (Arisandi, 2001). Selain itu untuk menanggulangi materi toksik logam berat, mangrove 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 vegetasi mangrove akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana (Setiawan, 2008).

Mangrove sebagai akumulator logam berat pencemar, memiliki mekanisme organ untuk melakukan resistensi terhadap kandungan logam berat dalam jaringannya, sehingga mangrove memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap logam berat yang mencemari lingkungan dan menyimpannya dalam jaringan daun, akar dan batang menjadikan logam berat berbahaya secara kimia akan mengalami inaktivasi, sehingga keberadaan mangrove dapat berperan menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut. (Vicar, 2008).

Timbal (Pb) yang terhirup oleh manusia setiap hari akan diserap, disimpan kemudian ditampung dalam darah. Bentuk kimia Pb merupakan faktor penting yang mempengaruhi sifat-sifat Pb di dalam tubuh. Komponen Pb organik misalnya

tetraethyl Pb segera dapat terabsorpsi oleh tubuh melalui kulit dan membran mukosa. Meskipun jumlah Pb yang diserap tubuh hanya sedikit ternyata logam Pb sangat berbahaya. Hal tersebut disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap berbagai macam fungsi organ tubuh (Siregar, 2010).

Akibat dari pencemaran logam berat Pb adalah terganggunya aktivitas kehidupan makhluk hidup, terlebih apabila organisme tersebut tidak mampu mendegradasi bahan pencemar tersebut, sehingga bahan tersebut terakumulasi dalam tubuhnya. Peristiwa tersebut akan mengakibatkan terjadinya biomagnifikasi dari organisme satu ke organisme lain yang mempunyai tingkatan lebih tinggi (Wardhayani, 2006).

Asam jeruk nipis/ asam sitrat adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Asam sitrat memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6,2, sehingga ia bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur seperti sulfur dan iodin (termasuk Timbal (Pb) di dalamnya). Asam sitrat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Sehingga sifat kelarutan dan kemudahan bercampur dari asam sitrat ini digunakan sebagai pelarut logam berat. Sifat toksik logam Timbal terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin. Toksisitas dan sifat letal logam berat Timbal (Pb) dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam sitrat. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (Asam jeruk nipis) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Alphatih *et al.*, 2010).

Proses perendaman dengan larutan jeruk nipis, Pb terikat dalam protein membentuk senyawa metallothionein (protein pengikat logam), dengan adanya asam

sitrat maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH⁻ dan COOH⁻ yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat (Gaman dan Sherringtonn, 1994).

Selama ini masyarakat umum belum mengenal akan potensi hutan mangrove sebagai penghasil cadangan pangan untuk membantu kecukupan kebutuhan pangan masyarakat pesisir. Masyarakat pesisir sejak dulu telah memanfaatkan mangrove sebagai pengganti nasi. Pemanfaatan buah mangrove sebenarnya sudah sejak lama dilakukan. Sebagai contoh di daerah Biak pada masa penjajahan Belanda untuk mengatasi krisis pangan, buah mangrove diolah menjadi abon sebagai makanan pokok pengganti beras (Kartika, 2008). Disamping itu buah mangrove memiliki kelebihan dalam hal nutrisi, yaitu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi sebesar 85,1 g/100g, lemak 0,6g/100g, dan protein 4,8 g/100 g (Aprillia, 2008).

Selain itu penerapan teknologi di dalam pembuatan makanan berbahan dasar buah mangrove sudah mulai dikembangkan. Salah satunya melalui proses pengeringan untuk dijadikan tepung sebagai bahan dasar pembuatan kue (Setiawan, 2008). Adapun buah mangrove yang dapat dijadikan sebagai tepung adalah jenis *Avicennia marina* (api-api).

Tepung buah mangrove biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan aneka kue. Salah satu kreatifitas masyarakat dalam memanfaatkan kelimpahan bahan baku buah api-api (*Avicennia sp*) adalah membuatnya menjadi roti (bolu) (Sunyoto, 2008). Rasa tepung dari daging buah *Avicennia marina* yang diolah menjadi makanan mempunyai ciri khas rasa dingin dan pecah pada saat digigit sehingga dapat menimbulkan ciri khas (Whimpey, 2007). Pengolahan buah mangrove jenis api-api menjadi tepung masih dilakukan dengan cara tradisional yang masih rumit, waktu yang lama dan menghasilkan rendemen rendah. Dimana dari setengah karung buah api-api basah (\pm 15 kg) hanya mampu dihasilkan sekitar 10 kg tepung (Siswari, 2008).

Dari manfaat mangrove sebagai alternatif sumber pangan dan disatu sisi mangrove mampu mengakumulasi logam berat yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya untuk menghilangkan kandungan logam berat Pb dalam produk tepung buah mangrove *Avicennia marina* sehingga layak untuk dikonsumsi. Salah satu upaya untuk menghilangkan kandungan logam berat Pb ini adalah dengan cara perendaman larutan jeruk nipis.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh lama waktu perendaman menggunakan larutan jeruk nipis terhadap kandungan Pb tepung *Avicennia marina*?
2. Berapakah lama waktu perendaman optimal larutan jeruk nipis yang tepat sehingga dapat menghasilkan tepung dengan kadar Pb paling rendah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu perendaman menggunakan larutan jeruk nipis terhadap kadar Pb tepung *Avicennia marina*.
2. Untuk mengetahui lama waktu perendaman optimal larutan jeruk nipis sehingga dapat menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan kadar Pb paling rendah.

1.4 Kegunaan Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi perendaman yang berbeda dengan menggunakan larutan jeruk nipis pada pembuatan tepung mangrove, sehingga dapat menghasilkan tepung mangrove yang memiliki kadar Pb paling rendah, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis

tepung yang dihasilkan dan tepung ini aman untuk dikonsumsi. Selain itu juga untuk memberikan informasi lainnya pada masyarakat tentang pengolahan tepung buah mangrove dengan perlakuan lama perendaman yang berbeda dengan menggunakan larutan jeruk nipis untuk mereduksi logam berat Pb yang terkandung dalam buah mangrove.

1.5 Hipotesa

1. Lama perendaman dengan larutan jeruk nipis berpengaruh terhadap kadar Pb pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*
2. Waktu perendaman larutan jeruk nipis 240 menit dapat menghasilkan tepung buah mangrove *Avicennia marina* dengan kadar Pb paling rendah

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati dan Laboratorium Kimia Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang pada bulan Desember 2010-Maret 2011.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Mangrove (*Avicennia marina*)

Buah mangrove merupakan sumber karbohidrat. Nilai gizi buah mangrove cukup memadai sebagai bahan pangan yaitu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Adapun komposisi kimia dari buah api-api (*Avicennia marina*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia buah api-api (*Avicennia marina*)/ 100 g.

Kandungan Gizi	Jumlah
Protein (%)	3,762
Lemak (%)	0,490
Air (%)	64,548
Abu (%)	1,367
Karbohidrat (%)	29,833

Sumber: Hartanti (2010)

Selain itu menurut Kartika (2008), kandungan energi buah mangrove adalah 371 kilokalori/100 g atau lebih tinggi dari beras yang hanya 360 kilokalori/100 g serta jagung yang hanya 307 kilokalori/100 g. Namun pemanfaatannya sebagai bahan pangan di Indonesia masih sangat terbatas.

Jenis api-api (*Avicennia sp.*) atau di dunia dikenal sebagai *black mangrove* mungkin merupakan jenis terbaik dalam proses menstabilkan tanah habitatnya karena penyebaran benihnya mudah, toleransi terhadap temperatur tinggi, cepat menumbuhkan akar pernafasan (akar pasak) dan sistem perakaran di bawahnya mampu menahan endapan dengan baik (Irwanto, 2008). Sedangkan Bengen (2003), *Avicennia marina* mempunyai ciri-ciri buah berbentuk membulat dan agak berbulu dengan panjang buah 1,5-2,5 cm berwarna hijau keabu-abuan dan bunga kecil berwarna oranye. Adapun klasifikasi dari *Avicennia* menurut Wijayanti (2010) ialah :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Lamiales
Family	: Acanthaceae
Genus	: <i>Avicennia</i>
Species	: <i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh

Avicennia marina merupakan tanaman mangrove yang tersebar di sebagian besar pantai di Indonesia. Termasuk jenis pioner (pada zonasi terdepan), cepat dan mudah tumbuh, permudaan alaminya sangat cepat, bahkan diperkirakan tanaman berumur 2 tahun telah mulai menghasilkan buah (Santoso, *et al*; 2005). Morfologi *Avicennia marina* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Avicennia marina*

(http://www.mangrovecentre.or.id/Galeri%20Flora/Avicennia_marina.htm)

Pohon api-api telah dimasukkan dalam suku tersendiri yaitu *Avicenniaceae*, setelah sebelumnya dimasukkan dalam suku *Verbenaceae*, karena *Avicennia* memiliki perbedaan mendasar dalam bentuk organ reproduksi dan cara berkembang biak dengan anggota suku *Verbenaceae* lainnya. Dimana Pohon api-api ini memiliki akar nafas (*pneumatofore*) yang merupakan akar percabangan yang tumbuh dengan teratur yang terbenam dalam tanah. Reproduksi bersifat *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 bebrbentuk

seperti mangga, ujung buah tumpul dengan panjang 1 cm, daun berbentuk ellips 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 (Tomlinson, 1996).

Berkaitan dengan kemampuan mengolah bahan-bahan limbah hasil cemaran industri, salah satu jenis mangrove yang dapat menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut adalah pohon api-api (*Avicennia marina*) dengan cara mengakumulasi logam berat (penyerapan dan penyimpanan dalam organ daun, akar dan batang) (Irwanto, 2007).

Pohon api-api memiliki kemampuan akumulasi logam berat yang tinggi. Jenis mangrove yang mendominasi Perairan Timur Pantai Surabaya ini memiliki sistem penanggulangan materi toksik lain diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (*dilusi*), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya, sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (*sukulensi*). Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya. Metabolisme atau transformasi secara biologis (*biotransformasi*) (Maram, 2008).

Secara fisik hutan mangrove menjaga garis pantai agar tetap stabil, melindungi pantai dan tebing sungai, mencegah terjadinya erosi laut serta sebagai perangkap zat-zat pencemar dan limbah, melindungi daerah dibelakang mangrove dari hempasan dan gelombang dan angin kencang, mencegah intrusi garam (*salt intrusion*) ke arah darat dan mengolah limbah organik. Tercatat sekitar 67 macam produk yang dapat dihasilkan oleh ekosistem hutan mangrove dan sebagian besar telah dimanfaatkan oleh masyarakat, misalnya untuk bahan bakar, bahan bangunan,

alat-alat penangkapan ikan, tekstil dan kulit, makanan, minuman dan obat-obatan dan peralatan rumah tangga (Onrizal, 2008).

Pohon api-api (*Avicennia marina*) memiliki akar napas (pneumatofore) yang merupakan akar percabangan yang tumbuh dengan jarak teratur secara vertikal dari akar horisontal yang terbenam di dalam tanah. Reproduksi bersifat 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 mangga, ujung buah tumpul dan panjang 1 cm, daun berbentuk ellips 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 (Arisandi, 2001).

2.2 Tepung Mangrove

Tepung ialah partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus tergantung pemakaiannya. Biasanya digunakan untuk keperluan penelitian, rumah tangga dan bahan baku industri. Tepung bisa berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung atau hewani misalnya tepung tulang atau tepung ikan (Anonymous, 2011^a).

Rasa tepung dari daging buah *Avicennia marina* yang diolah menjadi makanan mempunyai ciri khas rasa dingin dan pecah pada saat digigit sehingga dapat menimbulkan ciri khas (Whimpey, 2007). Akan tetapi buah mangrove tidak dapat langsung diolah menjadi tepung dikarenakan terdapat tanin yang apabila bagian tersebut tidak dihilangkan dan ikut direbus maka seluruh buah mangrove akan berwarna biru keunguan dan tercium bau tembakau rokok sehingga tidak enak dimakan (Setiawan, 2008). Adapun komposisi kimia dari tepung mangrove dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Tepung Mangrove

Komposisi Kimia	Kandungan
-----------------	-----------

Kadar air (%)	73,756
Kadar Karbohidrat (%)	23,528
Kadar Lemak (%)	1,246
Kadar Protein (%)	1,128
Kadar Abu (%)	0,342
HCN (mg)	6,8559
Tannin (mg)	34,105

Sumber : Ilminingtyas dan Kartikawati (2009)

Kandungan energi buah bakau ialah 371 kilokalori/100g atau lebih tinggi dari beras yang hanya 307 kilokalori/100 g serta jagung yang hanya 307 kilokalori/100 g. Namun pemanfaatannya sebagai bahan pangan di Indonesia masih sangat terbatas. Tepung buah mangrove mempunyai kemampuan menyerap air yang cukup besar (Aditya, 2008).

Tepung mangrove juga mempunyai kelebihan ialah mampu menyerap air yaitu berkisar antara 125 - 145%. Hal tersebut berarti untuk membuat adonan 100 g tepung mangrove yang kalis dibutuhkan 126 – 145 ml air. Kemampuan menyerap air ini menunjukkan seberapa besar air yang dibutuhkan oleh tepung untuk membentuk adonan yang kalis (Ilminingtyas dan Kartikawati, 2009).

Buah bakau mempunyai sifat mudah busuk karena kandungan airnya yang cukup tinggi. Salah satu upaya untuk memperpanjang daya awet buah bakau yaitu dengan cara penepungan. Penepungan merupakan salah satu solusi untuk mengawetkan buah bakau karena dengan penepungan dapat memutus rantai metabolisme buah bakau sehingga menjadi lebih awet karena kandungan airnya rendah dan lebih fleksibel diaplikasikan pada berbagai jenis olahan pangan sehingga nantinya lebih mudah dikenalkan pada masyarakat (Anonymous, 2009).

2.3 Kualitas Tepung

Kualitas pangan ialah keseluruhan sifat-sifat pangan yang dapat berpengaruh terhadap penerimaan pangan oleh konsumen. Kualitas pangan sangat menentukan apakah pangan tersebut disukai atau tidak oleh konsumen. Pada umumnya pengolahan makanan selalu diusahakan agar dapat menghasilkan produk dengan

kualitas yang baik, karena akan lebih disukai konsumen dan harganya pun akan lebih tinggi (Afrianti, 2008). Dalam pembuatan makanan, hal yang harus diperhatikan ialah ketepatan penggunaan jenis tepung. Kemampuan tepung dalam menyerap air disebut *Water Absorption*. Kemampuan daya serap air tepung berkurang bila kadar air dalam tepung (*Moisture*) terlalu tinggi atau tempat penyimpanan yang lembab (Anonymous, 2011^b). Konsep dan kekuatan tepung sulit untuk menentukan ringkas. Hal ini terutama karena kualitas tepung diekspresikan oleh berbagai sifat kimia dan sifat fisik adonan (Anonymous, 2011^c).

Berdasarkan kemampuan tersebut, tepung mangrove mempunyai komposisi kimia yang berbeda dengan tepung sagu pada umumnya. Adapun syarat mutu tepung sagu sebagai bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Syarat Mutu Tepung Sagu 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	Jenis pati lain selain pati sagu	-	tidak ada
5	Kehalusan, lolos ayakan 212 μ m no 70 (b/b)	%	min 95
6	Kadar air (b/b)	%	maks. 14,5
7	Kadar abu (b/b)	%	maks. 0,5
8	Kadar pati	%	min. 65
9	Kadar serat kasar (b/b)	%	maks. 0,5
10	Derajat asam	mg KOH/100 g	maks 4,0
11	Residu SO ₂	mg/kg	maks 30
12	Besi (Fe)	mg/kg	min 50
12.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,00
12.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 10,00
12.3	Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05
13	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks 0,50
14	Cemaran mikroba		
14.1	Angka lempeng total	koloni/g	maks 106
14.2	E coli	APM/ g	maks 10
14.3	Kapang	koloni/g	maks 104

Sumber : SNI 2008

2.4 Perendaman

Buah bakau rasanya pahit dan gatal karena kandungan tannin dan senyawa antinutrisi (ada yang bilang serupa alelopati pada rerumputan) yang sangat tinggi. Untuk itu buah bakau direbus terlebih dahulu lalu direndam selama beberapa hari. Perebusan dan perendaman akan mengurangi kadar tannin dan senyawa antinutrisi dengan secara kimiawi dan biologis. Jika perebusan akan merusak struktur kimia tannin dan senyawa antinutrisi, maka perendaman sehari-hari akan mengeluarkan komponen tersebut dari sel ke dalam air rendaman (Arahmadi, 2008).

Perendaman dan perebusan disamping menginaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan menghilangkan racun-racun yang ada pada buah lindur antara lain dari jenis tanin dan HCN. Dengan perendaman yang berulang daging buah lindur yang awalnya berwarna coklat tua berubah menjadi coklat muda (Ilminingtyas dan Kartikawati, 2009).

Perendaman dapat dilakukan dengan larutan asam organik seperti asam asetat, sitrat, fumarat, askorbat, malat, suksinat, tartarat dan asam lainnya yang aman dan tidak menusuk hidung. Sedangkan asam anorganik yang biasa digunakan adalah asam hidroklorat, fosfat, dan sulfat. Jenis pelarut alkali yang umum digunakan adalah sodium karbonat, sodium hidroksida, potassium karbonat dan potassium hidroksida (Widagda, 2010). Terdapat beberapa upaya yang sudah dilakukan untuk menghilangkan logam berat pada kupang antara lain dengan perendaman dengan asam asetat 5% selama 1 jam dapat menurunkan Pb sebesar 90,1-95,7%, dengan asam sitrat 5,3% selama 1 jam dapat menurunkan kadar Pb sebesar 96,1-97% (Primasti, 2010).

Pada saat proses perendaman dengan larutan jeruk nipis, Pb terikat dalam protein membentuk senyawa *metallothionein* (protein pengikat logam), dengan adanya asam sitrat maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH^- dan COOH^- yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat (Gaman dan Sherringtonn, 1994).

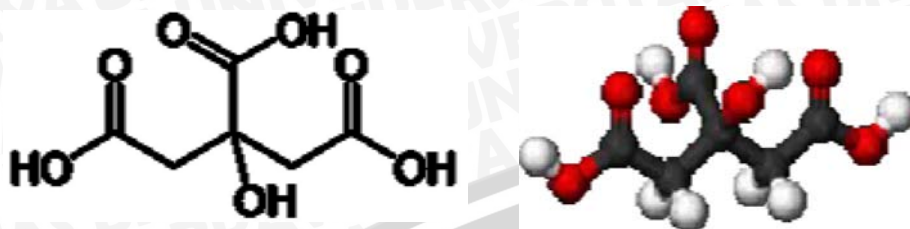
2.5 Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)

Klasifikasi ilmiah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) menurut Sarwono (2001), adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dikotil
Ordo	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Spesies	: <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle

Jeruk nipis dikenal juga dengan sebutan lime, jeruk pecel, limau nipis (Malaysia). Jeruk nipis memiliki habitus perdu, dengan tinggi sekitar 3,5 meter. Memiliki daun yang majemuk, elips, atau bulat telur, pangkal daun membulat dan berujung tumpul. Buah jeruk nipis berbentuk buni, berdiameter 3,5 sampai 5 cm, memiliki warna hijau ketika masih muda dan menjadi kuning setelah tua. Biji berbentuk bulat telur, pipih, putih kehijauan. Jeruk nipis mengandung saponin, flavonoid, dan minyak atsiri. Mengandung minyak atsiri dengan komponen sitrat, limonen, feladren, glikosida hesperidin, rutin dan aurantiamarin. Buah jeruk nipis mengandung vitamin C, B dan A. Buah jeruk juga mengandung zat biflavonoid, pektin, dan enzim-enzim, protein, lemak, dan pigmen (karotenoid dan klorofil). Sari buah jeruk nipis mengandung asam sitrat 7% dan minyak atsiri limonen (Rukmana, 1996).

Buah matangnya yang berumur lebih dari 3 bulan, terutama sari buahnya mengandung 7-8% asam sitrat. Ekstraksi air 41% dari berat buah, vitamin C 4,6%,



air 91%, karbohidrat 5,9%, protein 0,5% dan lemak 2,4% (Sethpakdee, 1992). Dapat dilihat bahwa kandungan asam yang dominan dimiliki jeruk nipis yaitu asam sitrat sehingga asam sitrat dapat dijadikan pedoman dari kandungan asam pada asam sitrat. Struktur kimia asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Struktur Kimia Asam Sitrat (www.id.wikipedia.org/wiki/Asam_sitrat)

Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat. Selain itu, sitrat dapat mengikat ion-ion logam dengan pengkelatan, sehingga digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan air. Pada temperatur kamar, asam sitrat berbentuk serbuk kristal berwarna putih. Serbuk kristal tersebut dapat berupa bentuk *anhydrous* (bebas air), atau bentuk monohidrat yang mengandung satu molekul air untuk setiap molekul asam sitrat. Bentuk *anhydrous* asam sitrat mengkristal dalam air panas, sedangkan bentuk monohidrat didapatkan dari kristalisasi asam sitrat dalam air dingin. Bentuk monohidrat tersebut dapat diubah menjadi bentuk *anhydrous* dengan pemanasan di atas 74 °C. Secara kimia, asam sitrat bersifat seperti asam karboksilat lainnya. Jika dipanaskan di atas 175 °C, asam sitrat terurai dengan melepaskan karbon dioksida dan air (Alpatih et al., 2010). Sifat-sifat fisis asam sitrat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat-sifat Asam Sitrat

Rumus Kimia	$C_6H_8O_7$ atau $CH_2(COOH) \cdot COH(COOH) \cdot CH_2(COOH)$
Rumus Bobot	192,13 u
Nama lain	asam 2-hidroksi-1,2,3-propanatrikarboksilat
Titik Lebur	426 K (153 °C)
Temperatur penguraian termal	448 K (175 °C)

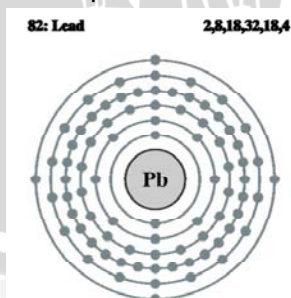
Sumber: Alpatih *et al.*, 2010

Asam sitrat juga dapat bersifat sebagai *chelating agent* atau sekuestran, yaitu senyawa yang dapat mengikat logam-logam divalent seperti Mn, Mg dan Fe. Logam-logam ini sangat dibutuhkan sebagai katalisator dalam reaksi-reaksi biologis. Asam sitrat sebagai *chelating agent* juga dapat mengikat logam dalam bentuk ikatan kompleks sehingga dapat mengalahkan sifat dan pengaruh jelek logam dalam bahan. Dengan demikian senyawa ini dapat menstabilkan warna, cita rasa dan tekstur (Kharisma, 2002).

2.6 Timbal (Pb)

2.6.1 Definisi dan Sifat-Sifat Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam putih kebiru-biruan dengan pancaran yang terang. Timbal sangat lunak, mudah dibentuk, *ductile*, dan bukan konduktor listrik yang baik. Timbal memiliki resistansi tinggi terhadap korosi. Timbal yang tertimbun dalam tubuh dapat menjadi racun. Logam ini sangat efektif sebagai penyerap suara (Mohsin, 2006). Struktur timbal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur timbal (<http://sci10bestq3bm.wikispaces.com/>)

Timbal mempunyai ciri berwarna biru kelabu, sifatnya dapat ditempa, sangat liat, tahan korosi, air asam, dan bobot sangat berat. Timbal digunakan sebagai bahan pembuat kabel, baterai, bubungan atap, dan bahan pengisi (Amanto dan

Daryanto, 2003) . Selain itu timbal dapat berbentuk organik yaitu dalam bentuk hexaetil timbal dan tetra etil lead (TEL) yang terdapat dalam bahan bakar serta dalam bentuk anorganik berasal dari buangan industri metalurgi, korosi dan Pb arsenat.

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. Salah satu penyebab kehadiran timbal adalah pencemaran udara. Dalam makanan, timbal berasal dari kontaminasi kaleng makanan dan minuman dan solder yang bertimbal. Kandungan timbal yang tinggi ditemukan dalam sayuran terutama sayuran hijau (Nasution, 2008).

Timbal (Pb) merupakan logam berat dengan konsistensi lunak dan berwarna hitam. Banyak industri yang menggunakan Pb sebagai bahan baku misalnya industri battery dan aki serta banyak pula industri yang menghasilkan produk yang mengandung Pb misalnya industri cat dan bahan pewarna lainnya. Logam berat Pb dapat meracuni tubuh manusia baik secara akut maupun kronis. Senyawa Pb organik mempunyai daya racun yang lebih kuat dibandingkan dengan senyawa Pb anorganik. Senyawa Pb dapat masuk kedalam tubuh manusia dengan cara melalui saluran pernafasan, saluran pencernaan makanan maupun kontak langsung dengan kulit. Masuknya partikel Pb melalui saluran pernafasan adalah sangat penting dan merupakan jalan masuk kedalam tubuh yang dominan. Keracunan Pb yang akut dapat menimbulkan gangguan fisiologis dan efek keracunan yang kronis pada anak yang sedang mengalami tumbuh kembang akan menyebabkan gangguan pertumbuhan fisik dan mental (Sudarmadji *et al.*, 2006).

Timbal merupakan logam berat yang berbahaya karena dapat menimbulkan keracunan yang akut dan bersifat menahun serta menimbulkan perubahan sifat (mutagen). Keracunan yang disebabkan oleh logam Pb dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan tubuh antara lain menimbulkan penyakit yang berhubungan dengan otak seperti epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, delirium (sejenis

penyakit gula), gangguan sintesis haemoglobin darah, gangguan ginjal, sistem reproduksi, serta gangguan fungsi paru-paru (Winarno, 2002).

Logam berat (Hg dan Pb) dalam air kebanyakan berbentuk ion. Sifat toksik logam Hg dan Pb dikarenakan logam tersebut sangat efektif berikatan dengan gugus sulfhidril (SH) yang terdapat dalam sistem enzim sel membentuk ikatan metalloenzim dan metalloprotein sehingga aktivitas enzim untuk proses kehidupan sel tidak dapat berlangsung. Pencemaran lingkungan oleh timbal biasanya berasal dari aktifitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam tersebut. Timbal digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi. Sumber potensial pajanan timbal dapat bervariasi di berbagai lokasi (Connel dan Miller, 1995). Besarnya kandungan logam berat yang terakumulasi dalam jaringan tubuh hewan air yang masih layak dikonsumsi manusia ditentukan oleh suatu standar (Buwono, 2005). Berdasarkan kep. Ditjen POM No. 03725/B/SK/VII/ 1989 dan FAO/WHO (1976) kadar Pb maksimum pada biota laut yang boleh dikonsumsi sebesar 2 ppm atau sebesar 0,7 mg (700 g) per 70 kg berat badan per minggu. Jumlah logam Pb yang boleh dikonsumsi oleh manusia di seluruh dunia berdasarkan WHO adalah sebesar 0,015 mg/hari hingga 0,316 mg/hari (Lihan *et al.*, 2006).

Logam Pb mempunyai sifat alokasi pada akar bawah lebih tinggi daripada akar atas karena logam tersebut mempunyai kemampuan translokasi yang rendah sehingga lebih terkonsentrasi pada akar bagian bawah. Selain itu kandungan logam berat Pb pada daun lebih tinggi daripada akar. Hal ini diduga disebabkan oleh karena akar mangrove menyerap logam dari sedimen dan air laut, sedangkan daun mangrove menyerap logam berat baik dari sedimen melalui akar, maupun dari deposisi atmosfer dan masuk ke jaringan daun melalui stomata (Amin, 2001).

Timbal (Pb) mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan

menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak (Kamal *et al.*, 2007).

Api-api mampu bertahan terhadap kondisi lingkungan yang tercemar, tingginya kandungan logam berat pada bagian tumbuhan (akar, batang dan daun) menunjukkan adanya usaha untuk melokalisasi materi toksik yang masuk kedalam tubuh kedalam bagian yang lebih kebal terhadap pengaruh toksik, sehingga tidak mempengaruhi bagian tubuh yang rawan terhadap materi toksik (Arisandi, 2002).

Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Logam timbal (Pb) berasal dari buangan industri metalurgi, yang bersifat racun dalam bentuk Pb-arsenat. Pada hewan dan manusia timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman yang dikonsumsi serta melalui pernapasan dan penetrasi pada kulit. Di dalam tubuh manusia, timbal dapat menghambat aktifitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin yang dapat menyebabkan penyakit anemia (Tarumingkeng dan Coto, 2003).

2.6.2 Penggunaan Timbal

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam industri baterai, disusul dengan industri pengolahan minyak bumi dan sebagai antiknock untuk kendaraan bermotor. Penggunaan lainnya dari timbal adalah untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder, dan lain-lain (Winarno, 1980).

Penggunaan Pb di industri dan penambangan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penambangan, peleburan, pembersih, dan berbagai industri. Beberapa industri menggunakan Pb sebagai industri, seperti PbO, Pb₃O₄. Pada industri baterai, Pb₃O₄ pada industri cat, PbO pada industri karet Pb sulfat pada industri cat, Pb arsenat pada insektisida dan Pb naftenat sebagai pengering pada industri kain katun, cat, tinta, cat rambut, insektisida, amuni si dan kosmetik. Timah

hitam digunakan pula sebagai zat warna yaitu Pb karbonat dan Pb sulfat sebagai zat warna putih dan Pb kromat sebagai krom kuning, krom jingga, krom merah dan krom hijau (Ardyanto, 2005).

Dalam industri baterai, timbal digunakan sebagai *grid* yang merupakan *alloy* (suatu persenyawaan) dengan logam Bismut (Pb-Bi) dengan perbandingan 93:7. Timbal oksida (PbO_4) dan logam timbal dalam industri baterai digunakan sebagai bahan yang aktif dalam pengaliran arus elektron. *Alloy* Pb yang mengandung 1% b/b Stibium (Sb) banyak digunakan sebagai kabel telepon (Palar, 1994).

2.6.3 Sumber Pencemaran Timbal

1. Sumber Alami

Kadar timbal (Pb) yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus timbal (Pb) yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat di dalam batu pasir (*sand stone*) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Timbal (Pb) yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5-25 mg/kg dan di air bawah tanah (*ground water*) berkisar antara 1-60 $\mu\text{g/liter}$. Secara alami timbal (Pb) juga ditemukan di air permukaan. Kadar timbal (Pb) pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1-10 $\mu\text{g/liter}$. Dalam air laut kadar timbal (Pb) lebih rendah dari dalam air tawar. Laut Bermuda yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung timbal (Pb) sekitar 0,07 $\mu\text{g/liter}$. Kandungan timbal (Pb) dalam air danau dan sungai di USA berkisar antara 1-10 $\mu\text{g/liter}$. Secara alami timbal (Pb) juga ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001-0,001 $\mu\text{g/m}^3$. Tumbuh-tumbuhan termasuk sayur-mayur dan padi-padian dapat mengandung timbal (Pb), penelitian yang dilakukan di USA kadarnya berkisar antara 0,1-1,0 $\mu\text{g/kg}$ berat kering (Sudarmaji *et al.*, 2006).

2. Sumber dari Industri

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran timbal (Pb) adalah semua industri yang memakai Timbal (Pb) sebagai bahan baku maupun bahan penolong, misalnya:

1. Industri pengecoran maupun pemurnian. Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (*primary lead*), maupun *secondary lead* yang berasal dari potongan logam (*scrap*).
 2. Industri baterai. Industri ini banyak menggunakan logam timbal (Pb) terutama lead *antimony alloy* dan *lead oxides* sebagai bahan dasarnya.
 3. Industri bahan bakar. Timbal (Pb) berupa tetra ethyl lead dan tetra methyl lead banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga baik industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran timbal (Pb).
 4. Industri kabel. Industri kabel memerlukan timbal (Pb) untuk melapisi kabel. Saat ini pemakaian timbal (Pb) di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan campuran logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan untuk kehidupan makhluk hidup.
 5. Industri kimia, yang menggunakan bahan pewarna. Pada industri ini seringkali dipakai timbal (Pb) karena toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain. Sebagai pewarna merah pada cat biasanya dipakai red lead, sedangkan untuk warna kuning dipakai lead chromate (Sudarmaji *et al*, 2006).
3. Sumber dari Transportasi

Timbal, atau Tetra Etil Lead (TEL) yang banyak pada bahan bakar terutama bensin, diketahui bisa menjadi racun yang merusak sistem pernapasan, sistem saraf, serta meracuni darah. Penggunaan timbal (Pb) dalam bahan bakar semula adalah untuk meningkatkan oktan bahan bakar. Penambahan kandungan timbal (Pb) dalam bahan bakar, dilakukan sejak sekitar tahun 1920-an oleh kalangan kilang minyak. Tetra Etil Lead (TEL), selain meningkatkan oktan, juga dipercaya berfungsi sebagai pelumas dudukan katup mobil (produksi di bawah tahun 90-an), sehingga katup terjaga dari keausan, lebih awet, dan tahan lama. Penggunaan timbal (Pb) dalam

bensin lebih disebabkan oleh keyakinan bahwa tingkat sensitivitas timbal (Pb) tinggi dalam menaikkan angka oktan. Setiap 0,1 gram timbal (Pb) perliter bensin, menurut ahli tersebut mampu menaikkan angka oktan 1,5 sampai 2 satuan. Selain itu, harga timbal (Pb) relatif murah untuk meningkatkan satu oktan dibandingkan dengan senyawa lainnya (Santi, 2001).

Hasil pembakaran dari bahan tambahan (*aditive*) timbal (Pb) pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi timbal (Pb) in organik. Logam berat timbal (Pb) yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin maka logam berat timbal (Pb) akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buang lainnya (Sudarmaji *et al.*, 2006).

2.6.4 Mekanisme Perjalanan Logam Berat

Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, sangat jarang yang ditemukan dalam elemen tunggal. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair, misalnya merkuri (Hg). Dalam perairan, logam berat dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion terlarut dan tidak terlarut. Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Limbah industri merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat yang potensial bagi perairan. Pembuangan limbah industri secara terus menerus tidak hanya mencemari lingkungan perairan tetapi menyebabkan terkumpulnya logam berat dalam sedimen dan biota perairan. Logam berat yang masuk ke sistem perairan, baik disungai maupun lautan akan dipindahkan dari badan airnya melalui tiga proses yaitu pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan. Pada saat buangan limbah industri masuk kedalam suatu perairan, maka akan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam sedimen meningkat. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap didasar perairan dan bersatu

dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Pararaja, 2009).

Logam yang ada pada perairan suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi, hal ini akan menyebabkan organisme yang mencari makan di dasar perairan (udang, rajungan, dan kerang) akan memiliki peluang yang besar untuk terpapar logam berat yang telah terikat di dasar perairan dan membentuk sedimen. Hasil laut jenis krustasea perlu diwaspadai terhadap pencemaran logam berat (Rachman, 2006).

Logam masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu melalui saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pernafasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui insang maupun hewan darat yang masuk melalui debu di udara kesaluran pernafasan (Fitriyah, 2007).

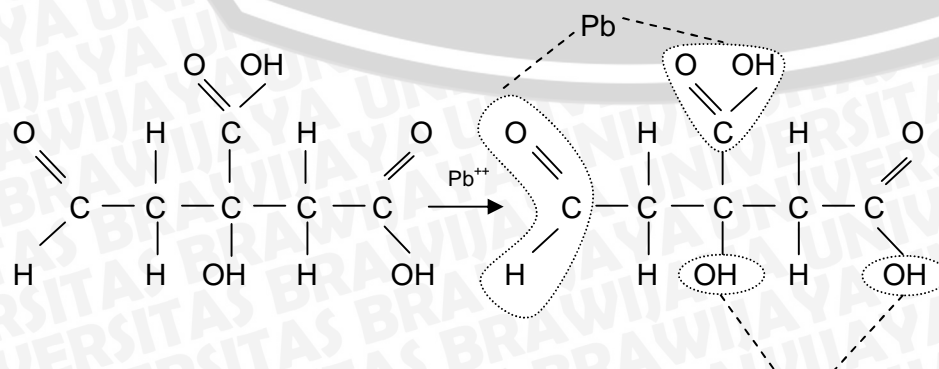
2.6.5 Mekanisme Pengikatan Logam Berat Pb oleh Asam Sitrat

Salah satu metode menurunkan kandungan logam adalah metode *treatment sorpsi*. Metode *treatment sorpsi* yaitu melibatkan interaksi antara analit dengan permukaan zat padat (adsorben). Sorben yang sekarang ini banyak digunakan adalah dari bahan organik. Beberapa contoh yang dapat digunakan dalam penanganan limbah adalah khitosan, serbuk gergaji, mikroalga dan rumput laut (Diantariani *et al.*, 2008).

Asam sitrat bersifat korosif terhadap banyak logam seperti besi, magnesium, seng, dan cadmium, yang membentuk gas hidrogen dan garam-garam sitrat (disebut logam sitrat). Logam sitrat juga dapat diperoleh dengan asam sitrat dengan suatu basa yang cocok. Asam jeruk nipis/ asam sitrat adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Asam sitrat memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6,2, sehingga ia bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur

seperti sulfur dan iodine (termasuk Timbal (Pb) di dalamnya). Asam sitrat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Sehingga sifat kelarutan dan kemudahan bercampur dari asam sitrat ini digunakan sebagai pelarut logam berat. Sifat toksik logam Timbal terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin. Toksisitas dan sifat letal logam berat Timbal (Pb) dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam sitrat. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (Asam jeruk nipis) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Alphatih *et al.*, 2010).

Asam sitrat merupakan *food aditif* yang bersifat mengikat logam sehingga dapat membebaskan bahan makanan dari cemaran logam. Asam sitrat dengan logam berat berpeluang untuk terjadi senyawa kompleks. Senyawa kompleks adalah senyawa yang terbentuk karena penggabungan dua atau lebih senyawa yang masing-masing dapat berdiri sendiri. Karena asam sitrat dapat membentuk senyawa kompleks yang mantap, yang mana asam sitrat mempunyai 4 pasang elektron bebas pada molekulnya yaitu pada gugus karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam sehingga menyebabkan terbentuknya ion kompleks yang dengan mudah larut dalam air. Asam sitrat secara bersamaan mengkoordinasi keempat tempat pada sebuah atom logam dengan empat bilangan koordinasi yang merupakan kompleks yang mantap (Indasah *et al.*, 2010). Adapun mekanisme pengikatan logam Pb oleh asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 4.



Asam Sitrat

Pb

Pb Sitrat

Gambar 4. Mekanisme Pengikatam Logam Berat Pb oleh Asam Sitrat

2.6.6 Efek Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan

Paparan bahan tercemar timbal (Pb) dapat menyebabkan gangguan sebagai berikut :

1. Gangguan neurologi

Gangguan neurologi (susunan syaraf) akibat tercemar oleh timbal (Pb) dapat berupa encephalopathy, ataxia, stupor dan coma. Pada anak-anak dapat menimbulkan kejang tubuh dan neuropathy perifer.

2. Gangguan terhadap fungsi ginjal.

Logam berat timbal (Pb) dapat menyebabkan tidak berfungsinya tubulus renal, nephropati irreversible, sclerosis vaskuler, sel tubulus atropi, fibrosis dan sclerosis glumerolus. Akibatnya dapat menimbulkan aminoaciduria dan glukosuria, dan jika paparannya terus berlanjut dapat terjadi nefritis kronis.

3. Gangguan terhadap sistem reproduksi.

Logam berat timbal (Pb) dapat menyebabkan gangguan pada sistem reproduksi berupa keguguran, kesakitan dan kematian janin. Logam berat timbal (Pb) mempunyai efek racun terhadap gamet dan dapat menyebabkan cacat kromosom. Anak-anak sangat peka terhadap paparan timbal (Pb) di udara. Paparan timbal (Pb) dengan kadar yang rendah yang berlangsung cukup lama dapat menurunkan IQ.

4. Gangguan terhadap sistem hemopoitik.

Keracunan timbal (Pb) dapat dapat menyebabkan terjadinya anemia akibat penurunan sintesis globin walaupun tak tampak adanya penurunan kadar zat besi dalam serum. Anemia ringan yang terjadi disertai dengan sedikit peningkatan kadar ALA (*Amino Levulinic Acid*) urine. Pada anak-anak juga terjadi peningkatan ALA dalam darah. Efek dominan dari keracunan timbal

(Pb) pada sistem hemopoietik adalah peningkatan ekskresi ALA dan CP (*Coproporphyrine*). Dapat dikatakan bahwa gejala anemia merupakan gejala dini dari keracunan timbal (Pb) pada manusia. Dibandingkan dengan orang dewasa, anak-anak lebih sensitif terhadap terjadinya anemia akibat paparan timbal (Pb). Terdapat korelasi negatif yang signifikan antara Hb dan kadar timbal (Pb) di dalam darah.

5. Gangguan terhadap sistem syaraf.

Efek pencemaran timbal (Pb) terhadap kerja otak lebih sensitif pada anak-anak dibandingkan pada orang dewasa. Gambaran klinis yang timbul adalah rasa malas, gampang tersinggung, sakit kepala, tremor, halusinasi, gampang lupa, sukar konsentrasi dan menurunnya kecerdasan pada anak dengan kadar timbal (Pb) darah sebesar 40-80 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ dapat timbul gejala gangguan hematologis, namun belum tampak adanya gejala lead encephalopathy. Gejala yang timbul pada lead encephalopathy antara lain adalah rasa canggung, mudah tersinggung, dan penurunan pembentukan konsep. Apabila pada masa bayi sudah mulai terpapar oleh timbal (Pb), maka pengaruhnya pada profil psikologis dan penampilan pendidikannya akan tampak pada umur sekitar 5-15 tahun. Akan timbul gejala tidak spesifik berupa hiperaktifitas atau gangguan psikologis jika terpapar timbal (Pb) pada anak berusia 21 bulan sampai 18 tahun (Sudarmaji *et al.*, 2006).

Timbal bersifat kumulatif, mekanisme toksisitas timbal berdasarkan organ yang dipengaruhinya (Jannah, 2010) adalah:

1. Sistem haemopoietik; menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia.
2. Sistem saraf; menimbulkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, dan delirium.
3. Sistem urinaria; menyebabkan lesi tubulus proksimalis, loop of Henle, serta menyebabkan aminosiduria.

4. Sistem gastro-intestinal; menyebabkan kolik dan konstipasi.
5. Sistem kardiovaskular; menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah.
6. Sistem reproduksi berpengaruh terutama terhadap gametotoksisitas atau janin belum lahir menjadi peka terhadap timbal. Ibu hamil yang terkontaminasi timbal bisa mengalami keguguran.
7. Sistem endokrin; mengakibatkan gangguan fungsi tiroid dan fungsi adrenal.
8. Bersifat karsinogenik dalam dosis tinggi.

2.6.7 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

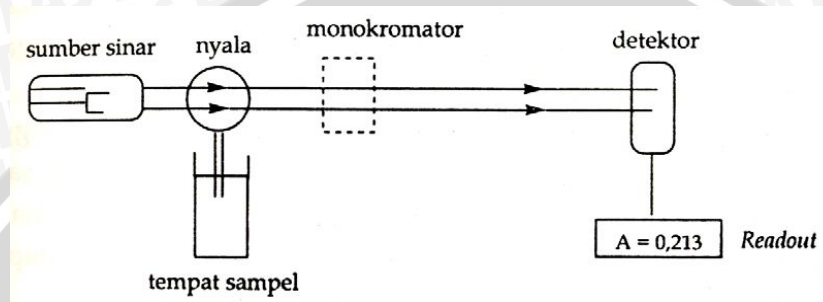
Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode yang digunakan untuk mendeteksi atom-atom logam dalam fase gas. Metode ini seringkali mengandalkan nyala untuk mengubah logam dalam larutan sampel menjadi atom-atom logam berbentuk gas yang digunakan untuk analisis kuantitatif dari logam dalam sampel (Bender, 1987).

Ada 4 cara pembentukan atom dalam spektrofotometri serapan atom (Susanto, 2010) yaitu:

1. Dengan menggunakan nyala campuran gas (*Flame-AAS*).
2. Melalui pembentukan senyawa hidrida diikuti pemanasan.
3. Dengan tanpa nyala untuk analisis merkuri.
4. Menggunakan pemanasan oleh listrik (*Electrothermal-AAS* atau *Graphite Furnace-AAS*).

Metode *atomic absorption spectrophotometry* atau Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk analisis kadar logam berat. Alat SSA juga selain memiliki kelebihan-kelebihan seperti sangat spesifik, analisisnya cepat dan teliti, limit deteksi rendah, dapat mengukur beberapa unsur dari larutan yang sama, data dapat dibaca langsung dan lain-lain. Namun SSA

punya kelemahan-kelemahan antara lain: SSA tidak cocok untuk analisis sampel dengan konsentrasi tinggi karena pada proses pengenceran kesalahannya lebih besar, kesalahan pembacaan sampel serta penggunaan gas pembakaran yang mahal, hal ini menyebabkan menurunnya tingkat efisiensi, efektivitas serta akurasi terhadap hasil analisis (Hidayati *et al.*, 2007). Adapun komponen spektrofotometer serapan atom dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (Sumber: Jannah, 2010)

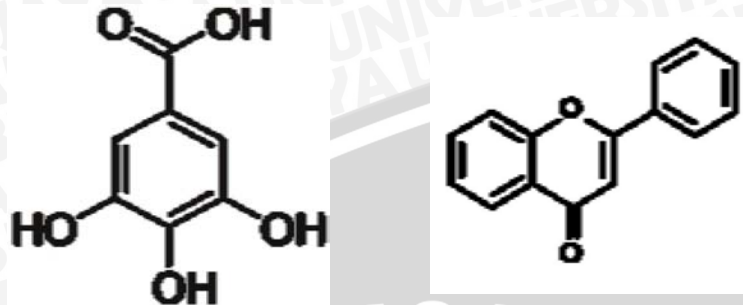
2.7 Tanin

2.7.1 Definisi Tanin

Tanin merupakan senyawa fenolik yang mudah didapat di tanaman (daun, kayu, buah-buahan, akar) serta mampu membentuk senyawa kompleks dengan protein, selulosa, mineral serta kanji. Selain itu tanin mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat akan tetapi mempunyai kelemahan larut dalam air (Wisnubroto, 2002).

Tanin merupakan komponen zat organik derivat polimer glikosida yang terdapat dalam bermacam-macam tumbuhan, terutama tumbuhan berkeping dua (dikotil). Monomer tanin adalah digallic acid dan D-glukosa. Ekstrak tanin terdiri dari campuran senyawa polifenol yang sangat kompleks dan biasanya bergabung dengan karbohidrat rendah. Oleh karena adanya gugus fenol, maka tanin akan dapat berkondensasi dengan formaldehida. Tanin terkondensasi sangat reaktif terhadap formaldehida dan mampu membentuk produk kondensasi, berguna untuk bahan perekat termosetting yang tahan air dan panas. Tanin diharapkan mampu

mensubstitusi gugus fenol dari resin fenol formaldehid guna mengurangi pemakaian fenol sebagai sumberdaya alam tak terbarukan (Linggawati *et al.*, 2002). Adapun struktur tannin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gallic Acid (tanin terhidrolisis) Flavone (tanin padat)

Gambar 6. Struktur Tanin (Sumber: Hargerman, 2002)

Tanin pada mangrove merupakan ekstrak dari jenis *R. Apiculata*, *R. Mucronata*, *xylocarpus granatum* dan *Avicennia marina* yang digunakan untuk menyamak kulit pada industri sepatu dan tas. Selain itu tanin dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan lem untuk kayu lapis. Tanin mangrove di Jepang digunakan sebagai bahan pencelup dengan harga 2-10 ribu yen (Anwar dan Gunawan, 2007).

Kegunaan tannin (Najib, 2010) diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pelindung pada tumbuhan pada saat masa pertumbuhan bagian tertentu pada tanaman, misalnya buah yang belum matang, pada saat matang taninya hilang.
2. Sebagai anti hama bagi tanaman sehingga mencegah serangga dan fungi.
3. Digunakan dalam proses metabolisme pada bagian tertentu tanaman.
4. Efek terapinya sebagai adstringensia pada jaringan hidup misalnya pada gastrointestinal dan pada kulit.
5. Efek terapi yang lain sebagai anti septic pada jaringan luka, misalnya luka bakar, dengan cara mengendapkan protein.
6. Sebagai pengawet dan penyamak kulit.
7. Reagensia di Laboratorium untuk deteksi gelatin, protein dan alkaloid.

8. Sebagai antidotum (keracunan alkaloid) dengan cara mengeluarkan asam tamak yang tidak larut.

2.7.2 Sifat Tanin

Sifat utama tanin tumbuh-tumbuhan tergantung pada gugusan phenolik-OH yang terkandung dalam tanin, dan sifat tersebut secara garis besar (Risnasari, 2001), dapat diuraikan sebagai berikut:

Secara kimia tanin memiliki sifat sebagai berikut:

- Tanin memiliki sifat umum, yaitu memiliki gugus phenol dan bersifat koloid. Karena itu di dalam air bersifat koloid dan asam lemah
- Semua jenis tanin dapat larut dalam air. Kelarutannya besar, dan akan bertambah besar apabila dilarutkan dalam air panas. Begitu juga tanin akan larut dalam pelarut organik seperti metanol, etanol, aseton dan pelarut organik lainnya.
- Dengan garam besi memberikan reaksi warna. Reaksi ini digunakan untuk menguji klasifikasi tanin, karena tanin dengan garam besi memberikan warna hijau dan biru kehitaman. Tetapi uji ini kurang baik, karena selain tanin yang dapat memberikan reaksi warna, zat-zat lain juga dapat memberikan warna yang sama.
- Tanin akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol dan phloroglucinol bila dipanaskan sampai suhu (99°C - 102°C)
- Tanin dapat dihidrolisa oleh asam, basa dan enzim
- Ikatan kimia yang terjadi antara tanin-protein atau polimer-polimer lainnya terdiri dari ikatan hidrogen, ikatan ionik dan ikatan kovalen.

Secara fisik tanin memiliki sifat sebagai berikut:

- Umumnya tanin mempunyai berat molekul tinggi dan cenderung mudah dioksidasi menjadi suatu polimer, sebagian besar tanin bentuknya amorf dan tidak mempunyai titik leleh.

- Tanin berwarna putih kekuning-kuningan sampai coklat terang, tergantung dari sumber tanin tersebut.
- Tanin berbentuk serbuk atau berlapis-lapis seperti kulit kerang, berbau khas dan mempunyai rasa sepat (*astrigent*).
- Warna tanin akan menjadi gelap apabila terkena cahaya langsung atau dibiarkan di udara terbuka.
- Tanin mempunyai sifat atau daya bakterostatik, fungistatik dan merupakan racun.

Kadar tanin yang tinggi akan menyebabkan rasa pahit pada bahan makanan.

Senyawa ini bersifat karsinogenik apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebih dan kontinyu. Kandungan tanin berdasarkan nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*) dalam bahan makanan adalah sebesar 560 mg/kg berat badan/hari (Ilminingtyas dan Kartikawati, 2009).

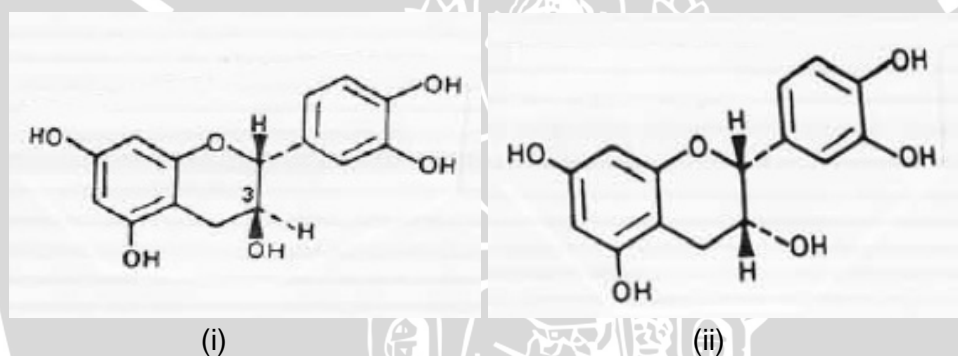


2.7.3 Jenis-Jenis Tanin

Secara kimia terdapat dua jenis utama tanin (Harborne, 1987), yaitu :

1. Tanin terkondensasi

Tanin terkondensasi terbentuk dengan cara kondensasi katekin tunggal (galokatekin) yang membentuk senyawa dimer dan oligomer yang lebih tinggi. Ikatan karbon-karbon menghubungkan satu satuan flavon dengan satuan berikutnya melalui ikatan 4-8 atau 6-8. Kebanyakan flavolan mempunyai 2-20 satuan flavon. Tanin terkondensasi disebut juga dengan proantosianidin karena bila direaksikan dengan asam panas, beberapa ikatan karbon-karbon penghubung satuan terputus dan dibebaskanlah monomer antosianidin. Beberapa struktur tanin terkondensasi dapat dilihat pada Gambar 7.



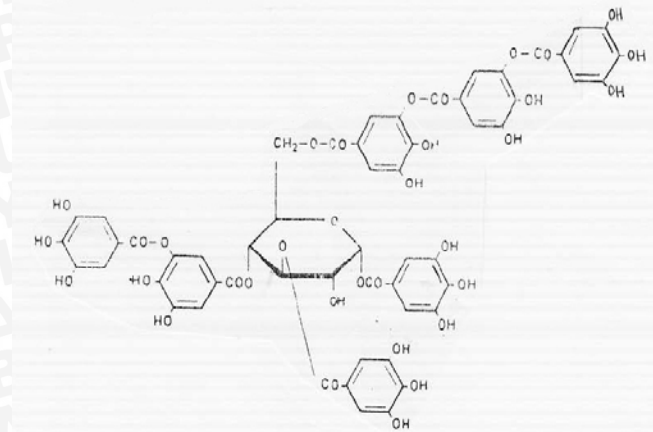
Gambar 7. Beberapa Struktur tanin terkondensasi, (i) Katekin, (ii) Epikatekin (Sumber: Dewi, 2010)

2. Tanin terhidrolisis

Terdiri dari dua kelas yaitu:

a. Depsida galoilglukosa

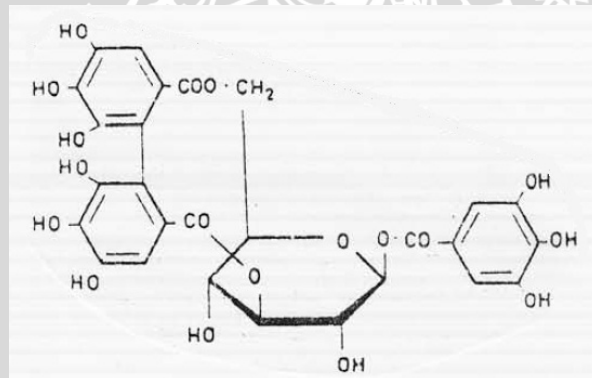
Pada senyawa ini, inti yang berupa glukosa dikelilingi oleh lima gugus ester galoil atau lebih. Adapun salah satu tannin terhidrolisa yaitu galotanin, misalnya tannin turki dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur Tanin Turki (Sumber: Dewi, 2010)

b. Dimer asam galat

Inti molekul berupa senyawa dimer asam galat, yaitu asam heksahidroksidifenat yang berikatan dengan glukosa. Tanin terhidrolisis disebut juga elagitanin yang pada hidrolisis menghasilkan asam galat. Adapun salah satu tannin terhidrolasi yaitu elagitanin, korilagin dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur Korilagin (Sumber: Dewi, 2010)

2.8 Asam Sianida (HCN)

2.8.1 Definisi Asam Sianida (HCN)

Asam sianida dengan rumus kimia HCN, secara alami terdapat pada umbi-umbian, selain gadung, singkong, talas, dan bengkuang (*Pactryhizus bulbobus*) juga mengandung HCN. Jika dicerna HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah dan terikat bersama oksigen. Bahaya HCN pada kesehatan terutama pada sistem pernapasan, di mana oksigen dalam darah terikat

oleh senyawa HCN dan terganggunya sistem pernapasan (sulit bernapas). Tergantung jumlah yang dikonsumsi, HCN dapat menyebabkan kematian jika pada dosis 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan. HCN juga dapat hilang oleh proses pemanasan atau perebusan tanpa ditutup. Standar yang ditetapkan oleh FAO, umbi-umbian dengan kadar 50 mg/kg ke bawah masih aman untuk di konsumsi (Purwantisari, 2007).

Berbagai macam bahan makanan baik hewani maupun nabati sering kali secara alamiah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat rasio. Senyawa beracun yang dapat menimbulkan keracunan akut pada umumnya sudah dikenal oleh masyarakat, seperti ubi kayu (singkong) yang mengandung HCN. HCN ini dikeluarkan bila komoditi tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Bila termakan HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan dan masuk ke aliran darah, tergantung kadar hidrogen sianida dapat menyebabkan sakit sampai menimbulkan kematian. Penurunan kadar HCN pada ubi kayu pahit yang mengalami perendaman, dengan kadar peurunan yang berbeda berdasarkan lamanya waktu perendaman yang dilakukan. Semakin lama waktu perendaman yang dilakukan semakin besar pula kadar HCN yang menurun, yaitu pada waktu perendaman 24 jam kadar rata-rata HCN turun hingga 93,31% dari berat HCN sebelum perendaman (Sitepu, 2009).

Sianida pada tanaman umumnya berbentuk cyanogenetic glukosida. Asam sianida akan keluar jika bahan makanan dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan atau rusak. Pada berbagai tahapan pengolahan makanan secara tradisional dapat menurunkan kadar sianida misalnya: mengupas kulit, mengeringkan, merendam dan memasak. Sianida dapat menyebabkan resiko sakit sampai kematian bagi yang mengkonsumsinya tergantung dari jumlah sianida yang masuk dalam tubuh. Dosis yang mematikan adalah 0,5 – 0,6 mg/ kg berat badan. Sianida merupakan senyawa tidak berwarna, berupa gas, mudah larut, cepat berdiffusi dan daya tembusnya besar. Dalam pencernaan asam sianida cepat

terserap oleh organ pencernaan dan masuk ke dalam darah. Gejala yang dialami oleh orang yang keracunan asam sianida adalah sakit kepala, perut rasa mual, muntah, sesak napas, badan lemah, wajah tampak pucat, banyak berkeringat dan kulit terasa dingin (Hardjo, 2010).

Sianida merupakan bahan beracun yang dihasilkan dari proses hidrolisis glikosida sianogen oleh enzim yang terdapat dalam tanaman itu sendiri. Lebih dari 70 famili tanaman yang mengandung sianogen yang masing-masing mempunyai nama tersendiri. Misalnya sianogen *gynocardine* pada tanaman picung dihidrolisis oleh enzim *gynocardase* menjadi *glucose cyanohydrin* yang tidak stabil dan membentuk sianida. Setiap bagian tanaman mempunyai kandungan sianida yang berkaitan. Kandungan tertinggi terdapat dalam biji, diikuti oleh buah, daun, batang dan akar (Yuningsih, 2009)

Kadar HCN pada kulit ubi kayu sangat bervariasi sesuai dengan jenis atau varietasnya. Begitupun dengan setiap proses perlakuan memberikan tingkat penekanan kadar HCN yang berbeda. Proses dengan pencucian ternyata masih memberikan nilai HCN yang tinggi (89,32 mg/100 g) dan masuk pada kategori jenis ubi kayu yang beracun. Kandungan zat racun ubi kayu dikategorikan beracun, bila kadar HCN antara 80-100 mg/kg ubi yang diparut dan untuk perlakuan B, C dan D masuk pada kategori tidak beracun dengan nilai HCN kurang dari 50 mg/kg (Purwanti, 2010).

Sianida adalah senyawa yang termasuk B-3 (*Bahan Berbahaya dan Beracun*), sehingga pada pemakaiannya sebagai pelarut proses pengambilan logam emas, konsentrasinya dibatasi sampai 1500 ppm. Dari proses pengolahan bijih secara sianidasi akan ditimbulkan limbah cair yang dikenal sebagai *tailing effluent* yang mengandung sianida sehingga harus diolah agar tidak berbahaya bagi lingkungan. Iklim global yang cenderung naik temperaturnya, mengakibatkan kesulitan mendapatkan sumber mata air baru untuk kehidupan masyarakat dan industri. Sehubungan dengan program peningkatan kapasitas produksi industri

pertambangan emas Pongkor yang tentu akan meningkatkan jumlah limbah *tailing effluent* yang harus diolah, maka dibutuhkan tambahan pasokan air atau meningkatkan kapasitas *tailing dam* untuk mengolah limbahnya. Kendala tersebut dapat diatasi dengan cara mengurangi semaksimal mungkin kandungan/kadar sianida dalam limbah (Sutoto,2007).

Dalam jumlah kecil, HCN dapat dinetralkan tubuh menjadi tiosianat. HCN dapat menyebabkan terbentuknya sianmethemoglobin dan keracunan protoplasmic yang mengakibatkan ketidakmampuan jaringan mengambil oksigen. HCN dalam jumlah besar dapat mengakibatkan kematian dalam waktu singkat karena kegagalan pernafasan (Rochmy, 2009).

Kadar HCN tepung buah bakau dengan menggunakan larutan pemutih lebih rendah karena dalam pengolahannya melalui proses yang lebih panjang yang bisa mengurangi atau menghilangkan HCN dalam bahan pangan. Hal ini disebabkan karena HCN mempunyai sifat volatil, mudah menguap pada suhu rendah yaitu 26⁰C sehingga senyawa ini sangat mudah dihilangkan melalui proses pengolahan. Kadar HCN dalam tepung buah bakau dalam batas yang sangat aman untuk dikonsumsi manusia. Tepung buah bakau yang dihasilkan sudah memenuhi kriteria tepung yang bisa dikonsumsi. Kadar air, karbohidrat abu dan serat sudah memenuhi standar SNI untuk tepung. Faktor pembatas buah bakau antara lain tanin dan HCN juga berkurang secara signifikan dengan pengolahan sehingga tepung buah bakau ini aman untuk dikonsumsi manusia (Furi, 2009).

2.8.2 Sifat Asam Sianida (HCN)

Hidrogen sianida merupakan gas yang tidak berwarna dan memiliki bau yang pahit seperti bau almond. Kebanyakan orang dapat yang mencium baunya, tetapi ada beberapa orang yang karena masalah genetiknya tidak dapat mencium bau HCN. Dalam bentuk cairan, HCN tidak berwarna atau dapat juga berwarna pucat pada suhu kamar. HCN bersifat volatile dan mudah terbakar serta dapat berdifusi baik dengan udara dan bahan peledak juga sangat mudah tercampur dalam air sehingga sering digunakan (Purba, 2009).

Asam sianida bersifat mudah menguap di udara, terutama pada suhu di atas 25°C. karena sifat asam sianida yang mudah larut dalam air, Oleh karena itu perendaman sangat diperlukan untuk mengurangi racun asam sianida. Cara lain proses penjemuran pada sinar matahari dapat menguraikan asam sianida sampai 80%. Tingkat racun sianida di dalam tubuh seseorang pun ditentukan dari daya tahan tubuh untuk menoleransi racun tersebut. Bagi anak-anak dan orang dewasa yang sedikit mengonsumsi protein dalam makanannya, mereka tergolong sensitif terhadap racun sianida. Karena bagaimanapun juga protein berfungsi membantu dalam proses penguraian racun atau lebih dikenal detoksifikasi (BP4K, 2011).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua macam yaitu bahan yang digunakan untuk pembuatan tepung dan bahan untuk analisis kimia. Bahan baku pada pembuatan tepung adalah buah mangrove jenis *Avicennia marina* yang diperoleh dari Desa Wonorejo kecamatan Rungkut Surabaya dengan karakteristik buah berwarna hijau muda serta tidak ditumbuhi jamur dan akar. Bahan lainnya yang diperlukan adalah jeruk nipis yang didapatkan dari pasar dinoyo, serta plastik sebagai tempat sampel.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah aquadest, indikator pp, formaldehid, kertas saring, dan NaOH 0,1 N.

3.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu alat yang digunakan untuk proses pembuatan tepung dan alat-alat untuk parameter analisis. Alat yang digunakan untuk pembuatan tepung adalah blender, pisau, timbangan analitik, baskom plastik, erlenmeyer, sendok, termometer, oven, waterbath, beaker glass, ayakan dan blender.

Alat-alat yang digunakan untuk parameter analisis adalah AAS (*Atomic Absorption Spektrum*), oven, desikator, mikroburet, sentrifuse, stirer, statif, *glass ware*, muffle, kurs porselen, seperangkat goldfish, rangkaian alat analisis protein.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif eksperimental. Menurut 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. Eksperimen dalam penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian inti.

3.2.2 Variabel

Variabel adalah objek penelitian yang bervariasi (Arikunto, 2002). Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang menyebabkan suatu pengaruh, sedangkan variabel yang diakibatkan oleh pengaruh yang diberikan oleh variabel bebas disebut dengan variabel terikat (Koentjaraningrat, 1993). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbedaan suhu perendaman larutan Jeruk nipis, sedangkan variabel terikatnya adalah kadar Pb, iodium, protein, lemak, serat kasar, air, abu, rasa, warna, aroma dan tekstur.

3.3 Prosedur Penelitian

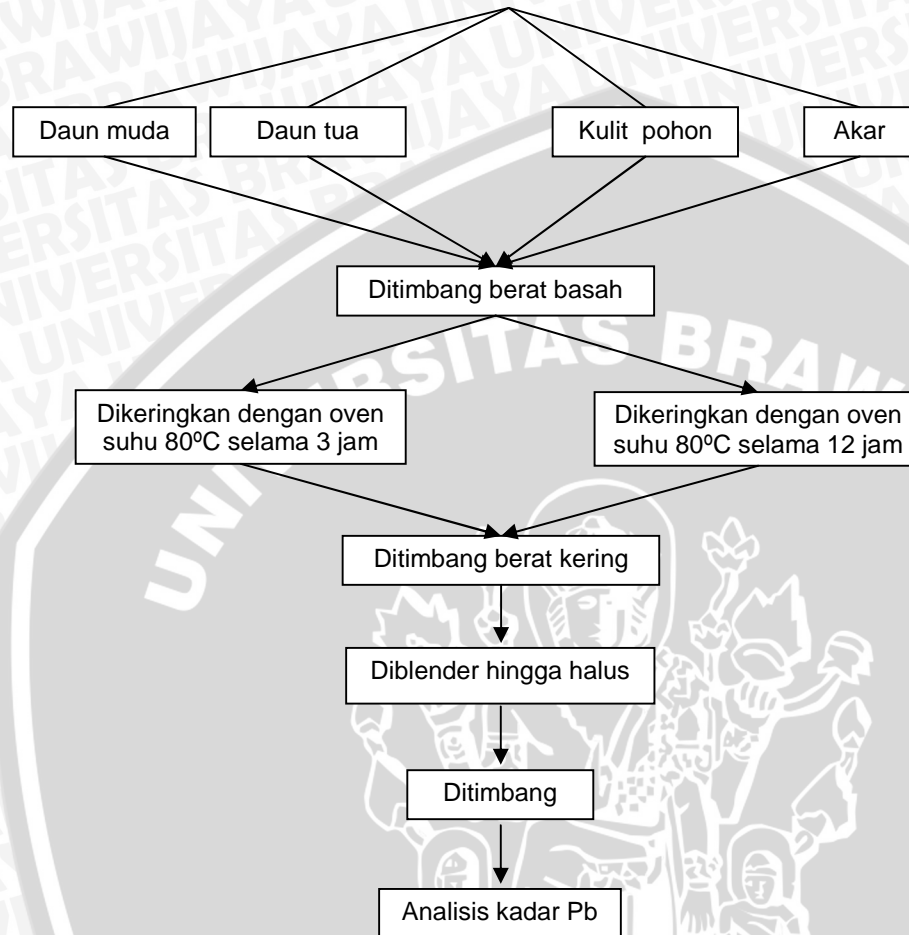
Prosedur penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.3.1 Penelitian pendahuluan

3.3.1.1 Penelitian Pendahuluan I

Penelitian pendahuluan dilakukan dalam empat tahap. Penelitian pendahuluan pertama bertujuan mengetahui kadar timbal (Pb) dalam buah mangrove dan lingkungan mangrove hidup menggunakan metode analisis AAS serta mengetahui kadar proksimat buah mangrove segar. Adapun sampel buah *Avicennia marina* yang akan dijadikan tepung diambil dari Wonorejo Surabaya. Adapun

diagram alir penelitian pendahuluan I pada akar, kulit, daun muda dan daun tua dapat dilihat pada Gambar 10. Sedangkan diagram alir Preparasi Sampel pada Tanah dan Sedimen dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10. Prosedur Preparasi Sampel pada Daun muda, Daun Tua, Kulit Pohon dan Akar *Avicennia marina* untuk Dianalisis Pb

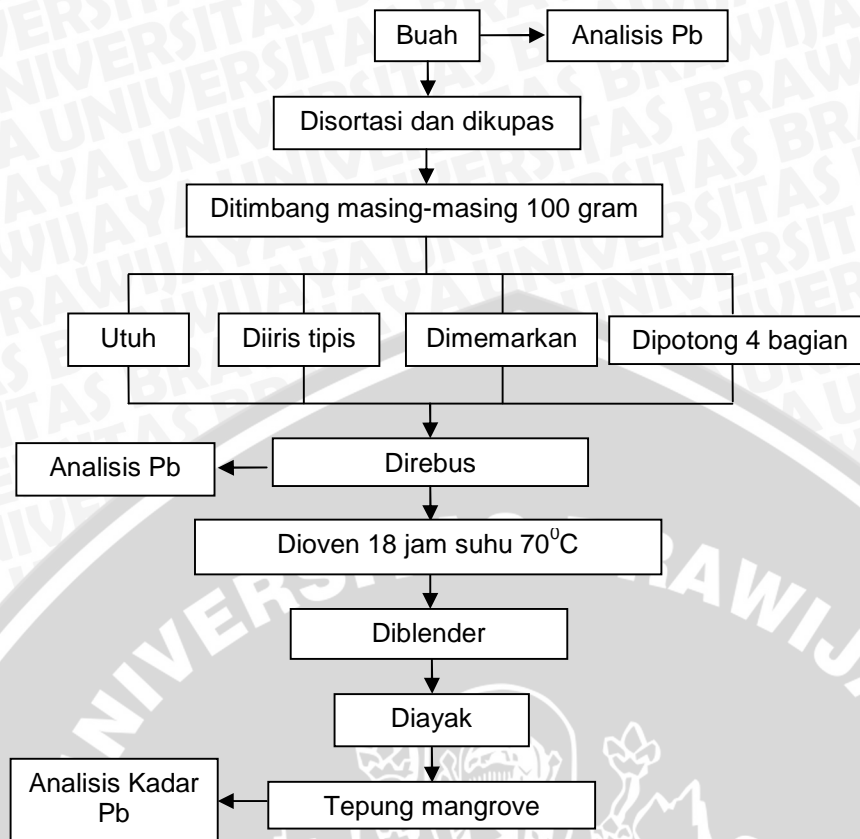


Gambar 11. Prosedur Preparasi Sampel pada Tanah dan Sedimen untuk Dianalisis Pb

3.3.1.2 Penelitian Pendahuluan II

Penelitian pendahuluan kedua bertujuan untuk mencari perlakuan terbaik untuk mereduksi logam berat timbal pada buah *Avicennia marina* sebelum diberi perlakuan perebusan. Perlakuan tersebut, yaitu buah *Avicennia marina* dimemarkan, diiris, dibagi empat dan dibiarkan utuh. Kemudian dianalisis kadar timbal tiap-tiap perlakuan untuk mengetahui perlakuan terbaik untuk mereduksi kadar timbal.

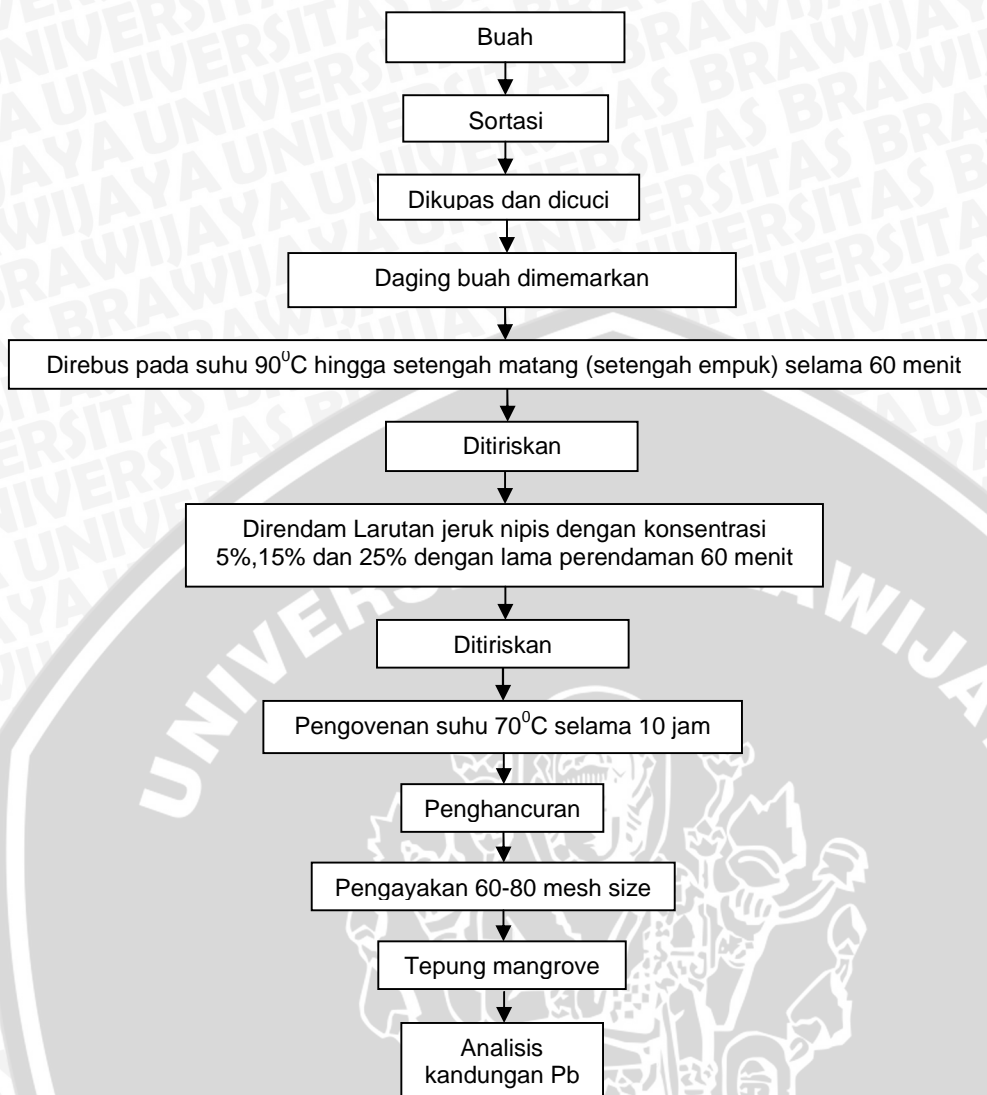
Diagram alir penelitian pendahuluan II dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Prosedur Preparasi Sampel Buah *Avicennia marina* dengan berbagai Perlakuan (Utuh, Iris tipis, Memarkan, Potong 4)

3.3.1.3 Penelitian Pendahuluan III

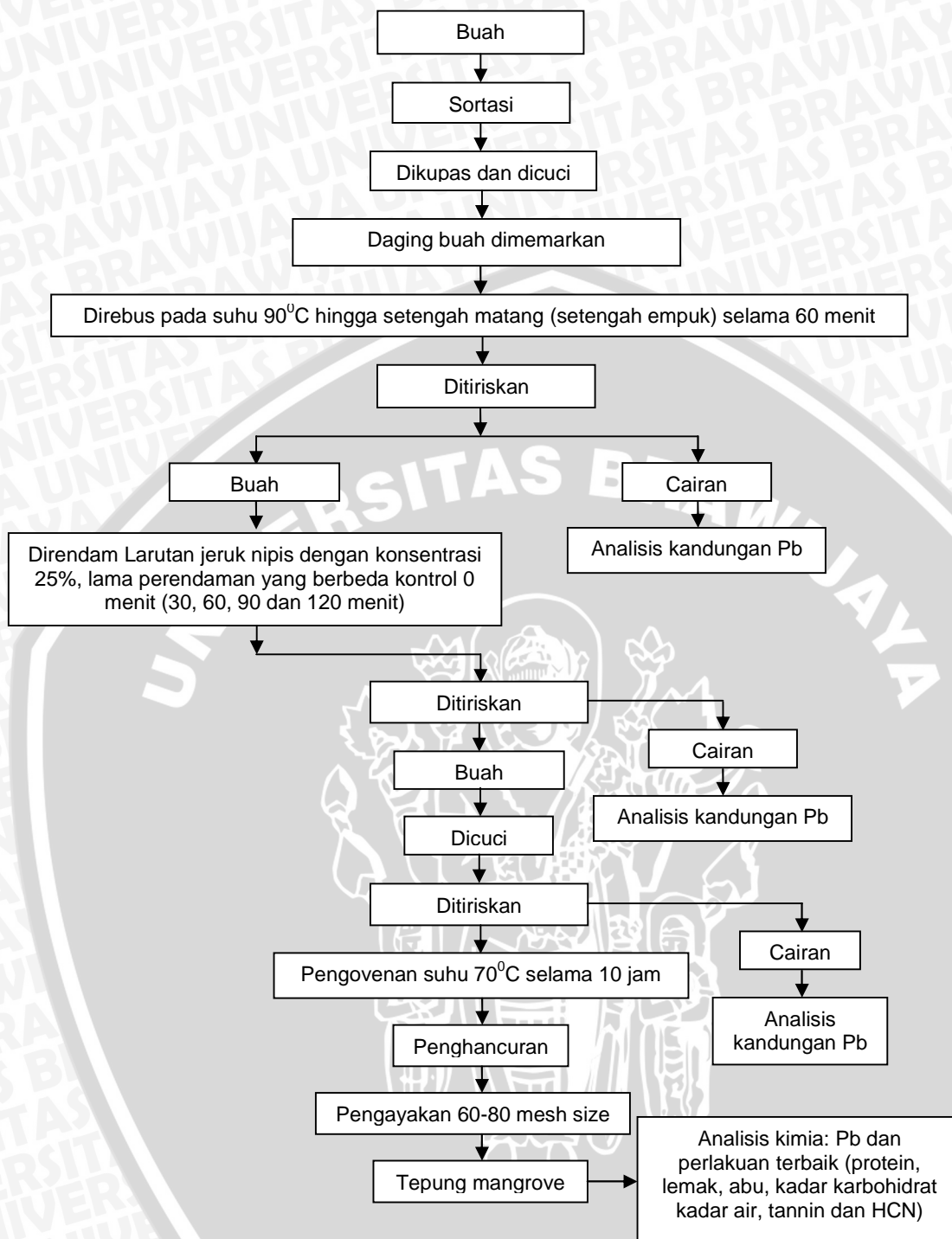
Pada penelitian ketiga bertujuan untuk menentukan konsentrasi jeruk nipis terbaik untuk menghasilkan tepung mangrove dengan kandungan Pb paling rendah dengan konsentrasi 5%, 15% dan 25%. Perlakuan penelitian pendahuluan III dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Prosedur Penentuan Konsentrasi Jeruk Nipis Terbaik (Penelitian Pendahuluan III)

3.3.1.4 Penelitian Pendahuluan IV

Penelitian pendahuluan keempat bertujuan menetapkan lama perendaman optimum buah mangrove (*avicennia marina*) dalam larutan jeruk nipis untuk menghasilkan tepung mangrove dengan kandungan Pb paling kecil dengan lama waktu perendaman 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Perlakuan penelitian pendahuluan IV dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Prosedur Penentuan Lama Perendaman Jeruk Nipis Terbaik (Penelitian Pendahuluan IV)

3.3.2 Penelitian Utama

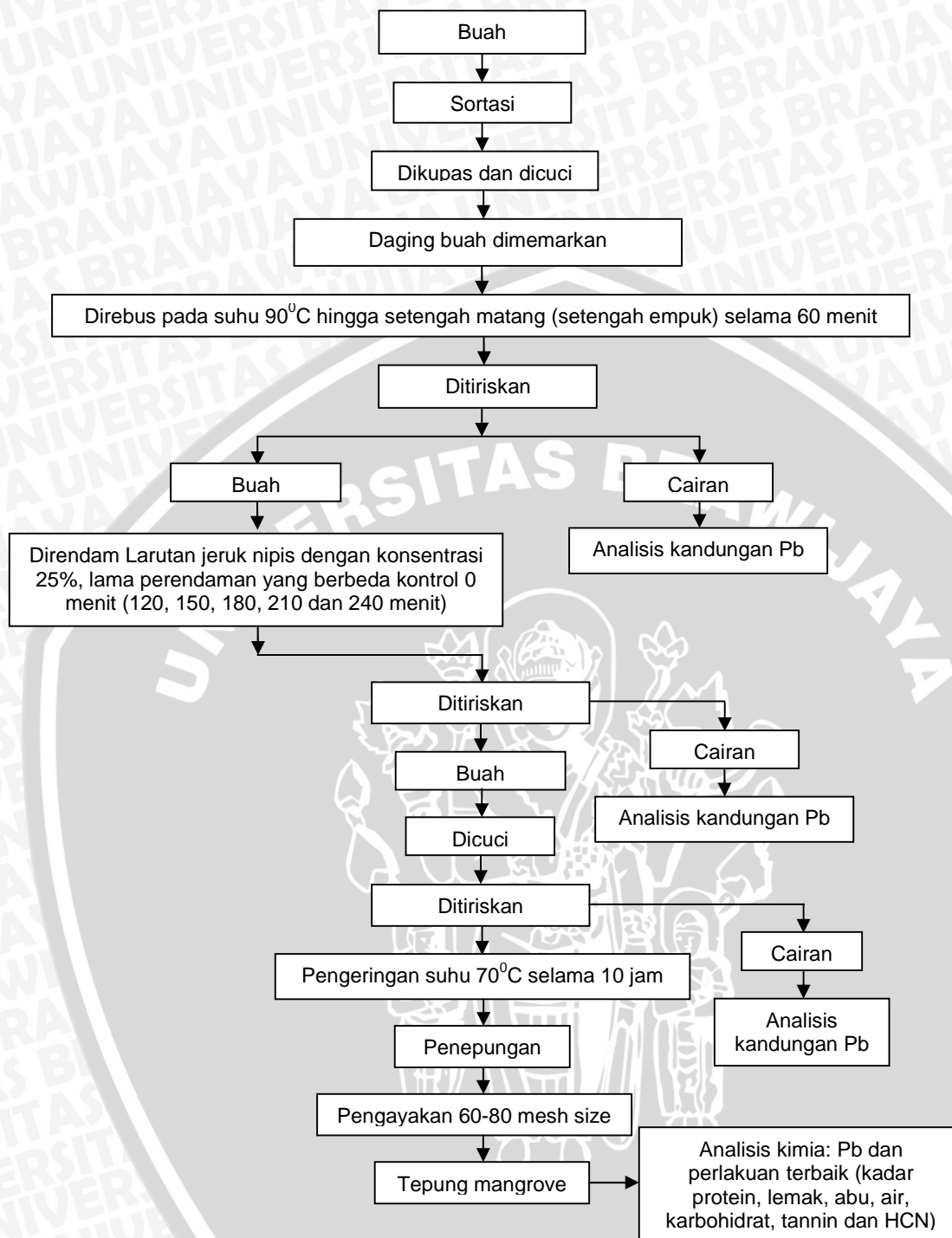
Hasil terbaik yang diperoleh pada penelitian pendahuluan, akan dikembangkan lagi pada penelitian utama. Pada penelitian utama bertujuan untuk mencari lama waktu perendaman dengan larutan jeruk nipis optimum untuk menghasilkan kualitas tepung *Avicennia marina* yang baik. Adapun lama waktu perendaman dengan larutan jeruk nipis yang digunakan adalah 120 menit, 150 menit, 180 menit, 210 menit dan 240 menit dengan empat kali ulangan. Perlakuan yang dilakukan pada penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perlakuan Penelitian Utama Pembuatan Tepung Mangrove

	Lama Perendaman (menit)	Ulangan			
		1	2	3	4
Jeruk nipis 25%	120 (A)				
	150 (B)				
	180 (C)				
	210 (D)				
	240 (E)				

Rancangan yang digunakan dalam penelitian utama ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Hasilnya dianalisis dengan menggunakan ANOVA dengan menggunakan minitab versi 14.

Parameter analisis yang dilakukan pada penelitian utama pembuatan tepung *Avicennia marina* adalah analisis kadar timbal (Pb) dan perlakuan terbaik (kadar air, kadar protein, kadar abu, kadar karbohidrat, tanin dan HCN). Adapun diagram alir pembuatan tepung mangrove pada penelitian utama (inti) ini dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Prosedur Penelitian Utama Pembuatan Tepung Mangrove

3.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan lima perlakuan dan empat kali ulangan. Selain perlakuan pada penelitian ini, semua media percobaan dalam keadaan lingkungan lainnya serba sama atau homogen (Yitnosumarto, 1991).

Metode analisis yang digunakan adalah sidik ragam yang mengikuti model sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

T_i = Pengaruh perlakuan ke-i

E_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

j = Ulangan

i = Perlakuan

Model rancangan percobaan yang digunakan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Model Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan				Total
	1	2	3	4	
A	A1	A2	A3	A4	TA
B	B1	B2	B3	B4	TB
C	C1	C2	C3	C4	TC
D	D1	D2	D3	D4	TD
E	E1	E2	E3	E4	TE
Total					

Keterangan :

A : Perendaman dengan Jeruk nipis selama 120 menit

B : Perendaman dengan Jeruk nipis selama 150 menit

C : Perendaman dengan Jeruk nipis selama 180 menit

D : Perendaman dengan Jeruk nipis selama 210 menit

E : Perendaman dengan Jeruk nipis selama 240 menit

Langkah selanjutnya adalah membandingkan antara F hitung dengan F tabel

:

- Jika $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$, maka perlakuan tidak berbeda nyata.
- Jika $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$, maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata.
- Jika $F_{tabel 5\%} < F_{hitung} < F_{tabel 1\%}$, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

Apabila dari hasil perhitungan didapatkan perbedaan yang nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$) maka dilanjutkan analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan yang terbaik.

3.5 Pembuatan Tepung Buah Mangrove (*Avicennia marina*)

Proses pembuatan tepung buah mangrove meliputi persiapan bahan-bahan yang akan digunakan, pererusan, penirisan I, perendaman dengan larutan jeruk nipis, penirisan II, pencucian, penirisan III, pengeringan dalam oven, penghalusan dan pengayakan.

3.5.1 Persiapan Bahan

Buah *Avicennia marina* dikupas kulitnya lalu disortasi. Sortasi dilakukan untuk memisahkan/menghilangkan bahan baku dari ulat dan untuk menghilangkan putik. Buah mangrove yang telah selesai disortasi dilakukan preparasi dengan cara ditimbang sebanyak 400 gram kemudian dimemarkan.

3.5.2 Perebusan

Setelah proses perebusan buah mangrove ditambahkan aquades sebanyak 800 ml, kemudian direbus pada suhu 90°C selama 60 menit. Tujuan dari perebusan ini ialah untuk mematangkan buah dan mempermudah penarikan Pb pada saat perendaman. Perebusan dilakukan dengan menggunakan waterbath.

3.5.3 Penirisan I

Penirisan dilakukan untuk mengurangi kandungan air yang terserap pada bahan setelah proses perebusan. Penirisan dilakukan dengan menggunakan saringan teh.

3.5.4 Perendaman Larutan Jeruk Nipis

Buah mangrove yang telah dimemarkan kemudian direndam dalam aquades yang berisi larutan jeruk nipis, dimana toksisitas dan sifat letal logam berat Timbal (Pb) dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam sitrat. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (asam jeruk nipis) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Alphatih *et al*, 2010). Perendaman dilakukan selama 120, 150, 180, 210 dan 240 menit. Besarnya konsentrasi larutan jeruk nipis yang digunakan sebesar 25% diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya (Penelitian pendahuluan Dimas, 2010).

3.5.5 Penirisan II

Penirisan dilakukan untuk mengurangi kandungan air yang terserap pada bahan setelah proses perendaman. Penirisan dilakukan dengan menggunakan saringan.

3.5.6 Pencucian

Pencucian dilakukan untuk melarutkan asam sitrat yang ada pada buah mangrove setelah dilakukan proses perendaman. Pencucian dilakukan dengan air sumur yang di masukkan dalam beaker glass yang berisi buah mangrove.

3.5.7 Penirisan III

Penirisan dilakukan untuk mengurangi kandungan air yang terserap pada bahan setelah proses pencucian. Penirisan dilakukan dengan menggunakan saringan teh.

3.5.8 Pengeringan

Pengeringan ialah suatu peristiwa perpindahan massa dan energi yang terjadi dalam pemisahan cairan atau kelembaban dari suatu bahan sampai batas kandungan air yang ditentukan dengan menggunakan gas sebagai fluida sumber panas dan penerima uap cairan. Tujuan pengeringan ialah untuk mengawetkan makanan dan untuk meminimalkan biaya distribusi (Saputra, 2009).

Pengeringan dilakukan dengan alat pengering oven dengan suhu yang digunakan 70°C selama 10 jam. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air pada tepung buah mangrove yang akan dihasilkan.

3.5.9 Penepungan

Setelah proses pengeringan selesai, maka selanjutnya dilakukan proses penepungan dengan segera agar kadar airnya tidak bertambah. Penepungan dilakukan dengan menggunakan blender hingga hasil tepung halus. Proses penepungan ini dilakukan secara berulang-ulang selama 3 menit. Penepungan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil tepung yang halus dan mengurangi kadar Pb dengan pemanasan.

3.5.10 Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk memisahkan antara butiran tepung yang halus dengan yang kasar. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan ayakan mesh dengan size 60 – 80. Adapun prosedur pembuatan tepung buah mangrove dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.6 Parameter Analisis

Parameter analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu analisis timbal, protein, karbohidrat, kadar air, lemak, kadar abu, HCN dan tanin.

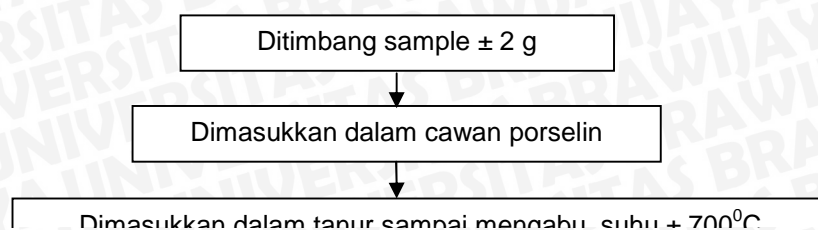
3.6.1 Analisis Logam Berat (Pb) (Metode AAS)

Menurut Sastrohamidjojo (2001), Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) menggunakan metode spektrofotometer AAS dengan menggunakan prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut dengan panjang gelombang 217 nm, tergantung pada sifat unsur.

3.6.1.1 Sampel Padat :

1. Ditimbang sampel ± 5 g dan dimasukkan dalam cawan porselin
2. Dimasukkan ke dalam tanur sampai mengabu pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam, dinginkan
3. Ditambahkan 5 cc larutan aquaregia, dipanaskan sampai asat, dinginkan
4. Ditambahkan 5 tetes HNO_3 pekat dan 15 cc aquades, dipanaskan sampai mendidih, didinginkan
5. Disaring ke labu 50 cc dan ditambahkan aquades sampai tanda batas, kocok sampai homogen
6. Baca dengan AAS memakai lampu katode yang sesuai (lampu katode Pb)
7. Catat absorbansinya

Untuk lebih jelasnya prosedur analisis logam berat (Pb) pada sampel padat dapat dilihat pada Gambar 16.





Gambar 16. Prosedur Penentuan Logam Berat (Pb) Pada Sampel Padat

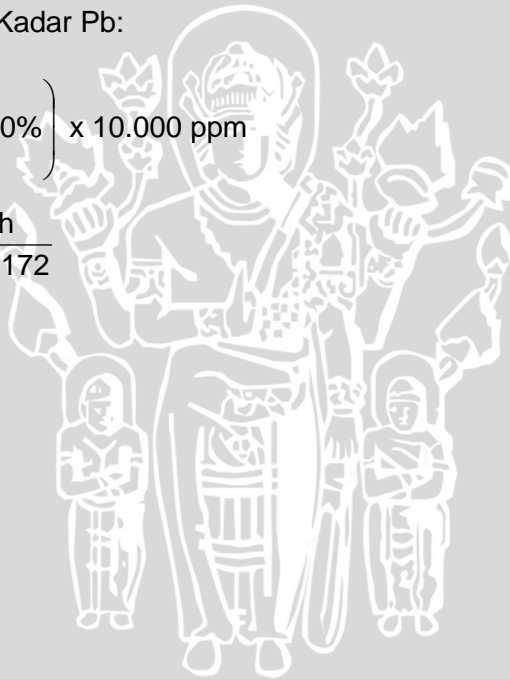
3.6.1.2 Sampel Cair :

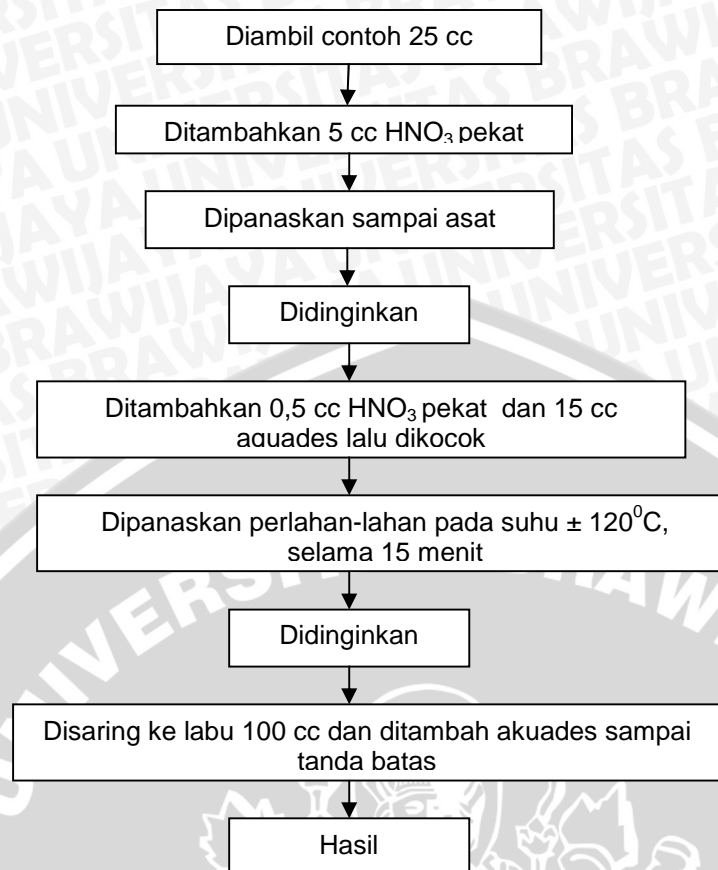
1. Diambil contoh 25 cc
2. Ditambahkan 5 cc HNO₃ pekat dan dipanaskan sampai asat, didinginkan.
Ditambahkan 0,5 cc HNO₃ pekat 15 cc aquades dan kocok dengan batang pengaduk
3. Dipanaskan perlahan-lahan pada suhu ± 120°C selama 15 menit kemudian diangkat, didinginkan
4. Disaring ke labu 100 cc
5. Ditambahkan aquades sampai tanda batas
6. Baca dengan AAS dengan memakai lampu katode yang sesuai

Rumus Perhitungan Kadar Pb:

$$\% = \left(\frac{\text{ppm} \times 10}{\text{bc}(\text{g})10^6} \times 100\% \right) \times 10.000 \text{ ppm}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{abs contoh}}{\text{slop}(A)=0,0172}$$





Gambar 17. Prosedur Analisis Pb Sampel Cair

3.6.2 Analisis Kadar Air (Metode Pengeringan / *Thermogravimetri*)

Kadar air dapat didefinisikan sebagai jumlah air bebas yang terkandung dalam bahan yang dapat dipisahkan dengan cara fisis seperti penguapan dan destilasi (Sumardi dan Sasmito, 2007). Penentuan kadar air dengan menggunakan metode pengeringan (*Thermogravimetri*) dalam oven dengan cara memanaskan sampel pada suhu 100-105°C sampai diperoleh berat konstan (Sudarmadji *et al.*, 1996).

Perlakuan yang dilakukan dalam penentuan kadar air ini yaitu :

1. Dikeringkan botol timbang bersih dalam oven bersuhu 105⁰C selama semalam dengan tutup ½ terbuka
2. Dimasukkan dalam desikator selama 15-30 menit dan timbang beratnya
3. Ditimbang sampel sebanyak 2 gram dan masukkan dalam botol timbang
4. Dikeringkan dalam oven bersuhu 105⁰C diamati setiap 2 jam sampai berat konstan
5. Didinginkan dalam desikator selama 15-30 menit
6. Ditimbang berat botol timbang dan sampel
7. Dihitung kadar airnya menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\% WB)} = \frac{(\text{berat botol timbang} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3.6.3 Analisis Kadar abu (Metode Kering)

Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Unsur mineral juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Dalam proses pembakarannya, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, karena itu disebut abu (Winarno, 2002).

Kadar abu menggambarkan kandungan mineral dari sampel bahan makanan. Yang disebut kadar abu adalah material yang tertinggal bila bahan makanan dipijarkan dan dibakar pada suhu sekitar 500-800⁰C. Semua bahan organik akan terbakar sempurna menjadi air dan CO₂ serta NH₃, sedangkan elemen tertinggal sebagai oksidasinya (Sediaoetama, 2000).

Metode yang digunakan dalam analisis kadar abu ini adalah menggunakan metode kering. Prinsip kerja dari metode ini adalah didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi sekitar 500-650⁰C) terhadap semua senyawa organik dalam bahan. Abu dalam bahan pangan ditetapkan dengan menimbang sisa mineral hasil pembakaran bahan organik pada suhu tinggi sekitar

500-650°C (Sumardi dan Sasmito, 2007). Prosedurnya penentuan kadar abu adalah sebagai berikut :

1. Dikeringkan porselen dalam oven pada suhu 105 °C selama semalam
2. Dimasukkan desikator selama 15-30 menit
3. Ditimbang berat porselen
4. Ditimbang sampel kering halus sebanyak 2 gram
5. Dimasukkan sampel dalam porselen dan abukan dalam muffle bersuhu 650°C sampai seluruh bahan terabukan (abu berwarna keputih-putihan)
6. Dimasukkan dalam desikator selama 15-30 menit
7. Ditimbang beratnya
8. Dihitung kadar abunya menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat porselen}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \%$$

3.6.4 Analisis Kadar Protein (Metode Titrasi Formol)

Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam amino yang mengandung unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno, 2002).

Tujuan analisis kadar protein dalam bahan makanan adalah untuk meneriksa jumlah kandungan protein dalam bahan makanan, menentukan tingkat kualitas protein dipandang dari sudut gizi dan menelaah protein sebagai salah satu bahan kimia. Penentuan protein berdasarkan jumlah N menunjukkan banyaknya protein kasar, karena selain protein juga terikut senyawa N bukan protein misalnya urea, asam nukleat, amonia, nitrit, nitrat, asam amino, amida, purin dan pirimidin (Sudarmadji *et al.*, 2003).

Analisis kadar protein menggunakan metode titrasi formol. Larutan protein dinetralkan dengan basa (NaOH) lalu ditambahkan formalin akan membentuk dimethylol. Dengan terbentuknya dimethylol ini berarti gugus aminonya sudah terikat dan tidak akan mempengaruhi reaksi antara asam dengan basa NaOH sehingga akhir titrasi dapat diakhiri dengan tepat. Indikator yang digunakan adalah pp, akhir titrasi bila tepat terjadi perubahan warna menjadi merah muda yang tidak hilang dalam 30 detik. Cara kerja penganalisisan protein metode titrasi formol antara lain (Sudarmadji *et al.*, 2006):

1. menghaluskan dan menimbang sampel basah sebanyak 2 gram
2. Ditambahkan aquadest sebanyak 40 ml
3. Dimasukkan kuvet dan disentrifuse 2000 rpm 15 menit dan 1000 rpm 15 menit
4. Saring dengan kertas saring sehingga diperoleh supernatan (Jika supernatan yang diperoleh masih keruh masing-masing ditambahkan TCA 1 ml, disentrifuse 2000 rpm selama 10 menit, diambil supernatannya)
5. Tambah supernatan dengan aquadest sebanyak 100 ml
6. Diambil 1 ml larutan dan diencerkan 20x (ditambah 19 ml aquadest)
7. Diambil 10 ml dan dimasukkan erlenmeyer
8. Inkubasi pada suhu 37⁰C selama 1 jam
9. Ditambahkan 2 ml formaldehid dan indikator pp 3 tetes
10. Dititrasi 0,1 N NaOH

Perhitungan kadar N terlarut dan kadar P menggunakan rumus sebagai berikut :

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

$$\% P = \% N \times 6,25$$

3.6.5 Analisis Kadar Lemak (Metode Goldfish)

Metode yang digunakan adalah metode Goldfish, dimana prinsipnya menurut Sudarmadji *et al.*, (1996) adalah mengekstraksi lemak dari sampel dengan pelarut seperti petroleum ether dan dilakukan dengan alat ekstraksi Goldfish. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Langkah pertama adalah sampel dikeringkan dalam oven suhu 105 °C selama semalam untuk menghilangkan air dalam sampel.
2. Sampel kering dan halus ditimbang sebanyak 2 gram. Setelah itu sampel tadi diletakkan di atas kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya. Dilipat menjadi persegi lalu diikat dengan tali. Fungsinya sebagai membran menahan panas ampas sampel sehingga dapat keluar hanya lemak yang larut kerana petroleum ether atau petroleum benzene.
3. Kemudian dimasukkan dalam sampel tube dan dipasang tepat di bawah kondensor rangkaian alat goldfish. Bahan pelarut yang digunakan ditempatkan pada gelas piala dan dipasang tepat di bawah kondensor sampai rapat dan tidak dapat diputar lagi.
4. Lalu kran air pendingin diputar dan dialirkan ke kondensor dan alat dinyalakan. Bila gelas piala dipanaskan, uap pelarut akan naik dan didinginkan oleh kondensor sehingga akan mengembun dan menetes pada sampel. Demikian terus-menerus sehingga bahan akan dibasahi oleh pelarut dan lipida akan terekstraksi dan selanjutnya tertampung pada gelas piala.
5. Ekstraksi dilakukan selama 3 jam. Setelah selesai maka alat dimatikan dan kertas saring berisi sampel diambil, setelah tetapan petroleum ether atau benzene dari

sampel berhenti, lalu dikeringkan dalam oven suhu 105 °C sampai 30 menit dan ditimbang berat timbel agar sisa petroleum ether atau benzene teruapkan sehingga tidak mengganggu berat akhir.

6. Perhitungan kadar lemak menggunakan rumus :

$$\text{Kadar lemak} = \frac{(\text{berat sampel} + \text{berat kertas saring}) - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

3.6.6 Analisis Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi manusia. Sebanyak 60-80% dari kalori yang diperoleh tubuh berasal dari karbohidrat. Hal tersebut terutama berlaku bagi bangsa-bangsa Asia Tenggara. Karbohidrat merupakan zat makanan yang pertama kali dikenal secara kimiawi. Karbohidrat terdiri dari tiga unsur yaitu karbon, oksigen dan hidrogen. Berdasarkan susunan kimia karbohidrat terbagi atas beberapa kelompok yaitu monosakarida, disakarida, aligosakarida dan pilosakarida (Muchtadi, 1997).

Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (Winarno, 2002). Prosedur penentuan kadar karbohidrat (Sudarmadji *et al.*, 2003) adalah:

1. Sampel dihaluskan, kemudian dilakukan penimbangan sebanyak 2-5 gram. Sampel dimasukkan kedalam gelas piala 250 ml dan ditambahkan 50 ml aquades kemudian diaduk-aduk selama 1 jam.
2. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 250 ml. Filtrat ini mengandung karbohidrat yang larut.
3. Untuk bahan yang mengandung lemak, maka pati yang terdapat sebagai residu pada kertas saring yang dicuci 5 kali dalam 10 ml ether, biarkan ether

menguap dari residu, kemudian dicuci lagi dengan 150 ml alkohol 10% untuk membebaskan lebih lanjut karbohidrat yang terlarut.

4. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring kedalam Erlenmeyer dengan pencucian 200 ml aquades dan ditambahkan 20 ml HCl \pm 25% , tutup dengan pendingin balik dan panaskan di atas memanas air mendidih selama 2,5 jam.
5. Setelah dingin netralkan dengan larutan NaOH 45% dan encerkan sampai volume 500 ml kemudian saring.
6. Tentukan kadar gula yang dinyatakan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh. Penentuan glukosa seperti pada penentuan gula reduksi. Berat glukosa dikalikan 0,9 merupakan berat pati.

3.6.7 Analisis Tanin

Kadar tanin buah dari perlakuan ethanol baik dengan cara pencelupan ke dalam larutan etanol dan perlakuan dengan uap ethanol serta kontrol diamati pada hari ke dua, empat dan delapan setelah perlakuan (Ranganna, 1986). Prosedur penentuan kadar tanin adalah seperti dijelaskan berikut ini:

1. Sebanyak \pm 1 g sampel yang telah dihaluskan digunakan untuk penentuan kandungan tannin.
2. Ditambahkan 80 cc air suling, didihkan selama 10 menit dan kemudian didinginkan.
3. Dimasukkan ke dalam labu takar 100 cc, kemudian ditambah aquades sampai tanda batas, dikocok dan disaring.
4. 25 cc larutan dimasukkan dalam erlenmeyer 250 cc, ditambah 20 cc indigo, ditambah 750 cc air suling dan ditambah 1 cc KMnO_4 sampai warna biru berubah menjadi hijau.
5. Dilakukan titrasi dengan KMnO_4 0,0253 N sampai berwarna kuning keemasan.
6. Kandungan tanin dalam sampel dihitiung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kandungan tannin (\%)} = \frac{(\text{Vol. larutan} - \text{BL}) \times 0,0241 \times 0,006225}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Reagen $\text{KMnO}_4 \longrightarrow 1,3330 \text{ gram } \text{KMnO}_4 / \text{L} = 0,0253 \text{ N}$

3.6.8 Analisis HCN

Asam sianida dengan rumus kimia HCN, secara alami terdapat pada umbi-umbian, selain gadung, singkong, talas, dan bengkuang (*Pactryhizus bulbobus*) juga mengandung HCN. Jika dicerna HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah dan terikat bersama oksigen. Bahaya HCN pada kesehatan terutama pada sistem pernapasan, di mana oksigen dalam darah terikat oleh senyawa HCN dan terganggunya sistem pernapasan (sulit bernapas). Tergantung jumlah yang dikonsumsi, HCN dapat menyebabkan kematian jika pada dosis 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan. HCN juga dapat hilang oleh proses pemanasan atau perebusan tanpa ditutup. Standar yang ditetapkan oleh FAO, umbi-umbian dengan kadar 50 mg/kg ke bawah masih aman untuk di konsumsi (Purwantisari, 2007).

Berbagai macam bahan makanan baik hewani maupun nabati sering kali secara alamiah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat racun. Senyawa beracun yang dapat menimbulkan keracunan akut pada umumnya sudah dikenal oleh masyarakat, seperti ubi kayu (singkong) yang mengandung HCN. HCN ini dikeluarkan bila komoditi tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Bila termakan HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan dan masuk ke aliran darah, tergantung kadar hidrogen sianida dapat menyebabkan sakit sampai menimbulkan kematian. Penurunan kadar HCN pada ubi kayu pahit yang mengalami perendaman, dengan kadar penurunan yang berbeda berdasarkan lamanya waktu perendaman yang dilakukan. Semakin lama waktu perendaman yang dilakukan semakin besar pula kadar HCN yang menurun, yaitu pada waktu

perendaman 24 jam kadar rata-rata HCN turun hingga 93,31% dari berat HCN sebelum perendaman (Sitepu, 2009).

Prosedur penentuan kadar HCN adalah seperti dijelaskan berikut ini:

1. Timbang sampel sebanyak ± 20 g. Masukkan ke dalam labu destilasi leher tiga 500 cc, ditambah 10 cc H_2SO_4 1:9. Kemudian dibiarkan 2 jam.
2. Kemudian ditambahkan lagi 100 cc aquades.
3. Kemudian didestilasi uap dan ditampung dengan NaOH 2,5 % 20 cc sampai volume 150 cc.
4. Destilasi dihentikan dan hasil destilasi dititrasikan dengan $AgNO_3$ 0,02 N sampai terbentuk warna merah keruh. Catat volume penitrasinya.

$$\text{ppm HCN} = \left[\frac{V \times N \times 27}{\text{gr contoh} \times 10^3} \times 100 \right] \times 10000$$

3.7 Penentuan Perlakuan Terbaik Zeleny (1982)

Untuk menentukan kombinasi perlakuan terbaik digunakan metode *Multiple attribute* dengan prosedur pembobotan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai ideal pada masing-masing parameter

Nilai ideal adalah nilai yang sesuai dengan pengharapan, yaitu maksimal atau minimal dari suatu parameter. Untuk parameter dengan rerata semakin tinggi semakin baik, maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan nilai tertinggi sebagai nilai terbaik. Sebaliknya untuk parameter dengan nilai terendah semakin baik, maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek dan nilai terendah sebagai nilai terbaik.

2. Menghitung derajat kerapatan (d^*i)

Derajat kerapatan dihitung berdasar nilai ideal untuk masing-masing parameter.

Bila nilai ideal (d^*) min, maka:

$$d^*i = \frac{\text{nilai kenyataan yang mendekati ideal}}{\text{nilai ideal dari masing - masing alternatif}}$$

Bila nilai ideal (d^*i) maks, maka:

$$d^*i = \frac{\text{nilai ideal dari masing - masing alternatif}}{\text{nilai kenyataan yang mendekati ideal}}$$

3. Menghitung jarak kerapatan (L_p)

Dengan asumsi semua parameter penting, jarak kerapatan dihitung berdasarkan

jumlah parameter = $1/\text{jumlah parameter}$

L_1 = menjumlah derajat kerapatan dari semua parameter pada masing-masing perlakuan. Hasil penjumlahan dikurangkan 1.

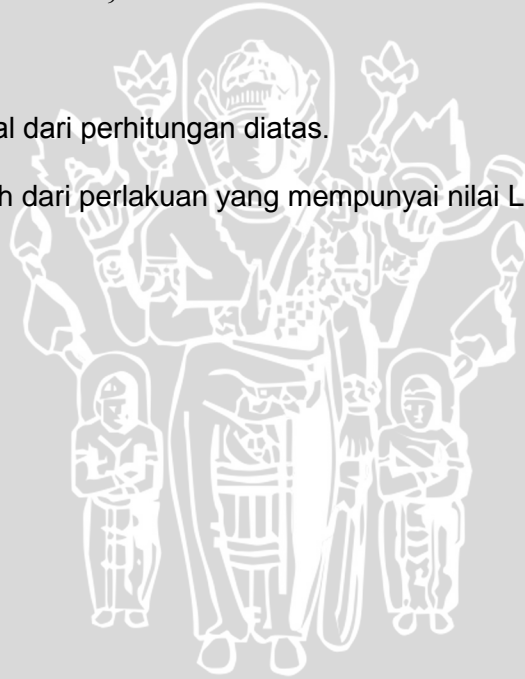
$$L_1(\lambda, k) = 1 - \sum_{i=1}^n (\lambda_i + d_i^k)$$

$$L_2(\lambda, k) = \left\{ \sum_{i=1}^n \lambda_i^2 (1 + d_i^k)^2 \right\}^2$$

$$L_\infty = \text{maks} \{ \lambda_i (1 + d_i^k) \}$$

L_∞ dipilih nilai maksimal dari perhitungan diatas.

4. Perlakuan terbaik dipilih dari perlakuan yang mempunyai nilai L_1 , L_2 dan L_∞ minimal



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

4.1.1 Penelitian Pendahuluan

4.1.1.1 Penelitian Pendahuluan I

Penelitian pendahuluan dilakukan dalam empat tahap. Penelitian pendahuluan pertama bertujuan mengetahui kadar Pb (Pb) dalam buah mangrove dan lingkungan mangrove hidup di perairan desa Wonorejo menggunakan metode analisis AAS serta mengetahui kadar proksimat buah mangrove segar. Adapun hasil penelitian pendahuluan I dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Pb Buah *Avicennia marina* Penelitian Pendahuluan I

No	Bagian	Kadar Pb (ppm)
1	Sedimen	13,54
2	Putik (Tua)	4,68
3	Tanah	4,38
4	Putik (Muda)	4,01
5	Kulit luar buah (Tua)	2,99
6	Kulit pohon	2,86
7	Batang	2,34
8	Lapisan 1 daging buah (Tua)	1,82
9	Akar	1,66
10	Kulit luar buah (Muda)	1,66
11	Lapisan 2 daging buah (Tua)	1,66
12	Buah segar	1,50
13	Lapisan 1 daging buah (Muda)	1,33
14	Daun tua	0,95
15	Lapisan 2 daging buah (Muda)	0,87
16	Daun muda	0,41
17	Air	0,215

Cara analisa :

*) Buah = 5,0372 g contoh \longrightarrow 1,66 ppm

*) g contoh \longrightarrow 10 cc \longrightarrow baca

Kandungan Pb terbesar dari hasil analisis terdapat pada bagian sedimen yaitu sebesar 13,54 ppm untuk kandungan Pb pada buah dapat dilihat pada tiap lapisan yaitu pada kulit sebesar luar 1,66 ppm. Pada lapisan 1 daging buah yaitu

sebesar 1,33 ppm sedangkan pada lapisan 2 daging buah besar kandungan Pb sebesar 0,87. Dapat dilihat pula kandungan Pb buah segar yang ada di daerah Wonorejo Rungkur Surabaya ini sebesar 1,50 ppm, untuk itu diperlukan penelitian yang bertujuan untuk mengurangi kandungan Pb pada buah mangrove dengan cara perendaman larutan jeruk nipis sehingga kandungan Pb berkurang dan aman untuk dikonsumsi manusia.

Adapun hasil analisis proksimat buah mangrove (*Avicennia marina*) pada penelitian pendahuluan I analisis proksimat buah mangrove (*Avicennia marina*) segar dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Proksimat Buah Mangrove (*Avicennia marina*) Penelitian Pendahuluan I

No	Parameter	Kandungan
1	Kadar Protein (%)	3,90
2	Kadar Lemak (%)	1,80
3	Kadar Air (%)	34,88
4	Kadar Abu (%)	1,32
5	Kadar Karbohidrat (%)	50,82
6	Kadar Tannin (ppm)	689
7	Kadar HCN (ppm)	8,37

4.1.1.2 Penelitian Pendahuluan II

Penelitian pendahuluan kedua bertujuan untuk mencari perlakuan terbaik untuk mereduksi logam berat Pb pada buah *Avicennia marina* sebelum diberi perlakuan perebusan. Hasil kadar Pb buah *Avicennia marina* pada penelitian pendahuluan II dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kadar Pb Tepung Buah *Avicennia marina* Penelitian Pendahuluan II

Jenis Perlakuan	Kadar Pb (ppm)
Dimemarkan	0,443
Utuh	0,747
Diiris	0,608
Dibelah 4	0,830

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan II jenis perlakuan dimemarkan memiliki kadar Pb paling rendah diantara lainnya yaitu sebesar 0,443 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan memarkan buah *Avicennia marina* dapat membantu mengurangi kadar Pb yang terdapat dalam buah tersebut.

4.1.1.3 Penelitian Pendahuluan III

Pada penelitian ketiga bertujuan untuk menentukan konsentrasi jeruk nipis terbaik untuk menghasilkan tepung mangrove dengan kandungan Pb paling rendah dengan konsentrasi 5%, 15% dan 25%. Hasil kadar Pb tepung buah *Avicennia marina* pada penelitian pendahuluan III dapat dilihat pada Tabel 10. Adapun kadar asam sitrat dan asam askorbat pada jeruk nipis dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 10. Kadar Pb Tepung *Avicennia marina* Penelitian Pendahuluan III

Konsentrasi Jeruk Nipis	Kadar Pb (ppm)
5%	1,06
15%	0,95
25%	0,79

Pada hasil penelitian pendahuluan III jenis perlakuan konsentrasi 25% memiliki kadar Pb paling rendah diantara lainnya yaitu sebesar 0,79 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan konsentrasi 25% dapat membantu mengurangi kadar Pb yang terdapat dalam tepung buah *Avicennia marina*.

Tabel 11. Kadar Asam Pada Jeruk Nipis

Parameter	Kadar Asam (%)
Asam Sitrat	7,10
Asam Askorbat	2,76

Pada hasil analisis kadar asam pada jeruk nipis dapat dilihat bahwa kandungan asam sitrat lebih tinggi dibanding asam askorbat yaitu sebesar %. Ini menandakan bahwa kadar asam yang dominan pada jeruk nipis yaitu asam sitrat.

4.1.1.4 Penelitian Pendahuluan IV

Penelitian pendahuluan keempat bertujuan menetapkan lama perendaman optimum buah mangrove (*avicennia marina*) dalam larutan jeruk nipis untuk menghasilkan tepung mangrove dengan kandungan Pb paling kecil dengan lama waktu perendaman 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Adapun hasil kadar Pb tepung *Avicennia marina* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kadar Pb Tepung *Avicennia marina* Penelitian Pendahuluan IV

Perlakuan (menit)	Kadar Pb (ppm)
Kontrol	1,96
30	0,87
60	0,71
90	0,54
120	0,49

Parameter analisis yang dilakukan pada penelitian pendahuluan keempat ini adalah kadar timbal (Pb) dengan lama perendaman 30, 60, 90 dan 120 menit. Perlakuan terbaik pada lama perendaman selama 120 menit dengan kadar Pb 0,49 ppm dengan kontrol 1,96 ppm.

4.1.2 Penelitian Utama

Pada penelitian utama ini perlakuan yang digunakan ialah menggunakan lama perendaman yang berbeda pada pembuatan tepung buah mangrove (*Avicennia marina*). Lama perendaman yang digunakan ialah 120, 150, 180, 210 dan 240 menit. Hasil penelitian pengaruh lama perendaman terhadap kadar Pb disajikan pada Tabel 13. Sedangkan hasil perlakuan terbaik dengan parameter (kadar air, kadar abu, lemak, protein, karbohidrat, HCN dan tanin) dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 13. Hasil Penelitian Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Kadar Pb

Lama Perendaman	Kadar Pb (ppm)	% Reduksi
Kontrol	1,78	-
120 menit (A)	0,49	73%

150 menit (B)	0,42	76%
180 menit (C)	0,38	79%
210 menit (D)	0,31	83%
240 menit (E)	0,27	85%

Tabel 14. Hasil Perlakuan Terbaik Lama Perendaman Terhadap Parameter

Parameter	Kontrol	Perlakuan Terbaik (240 menit)
Kadar Air (%)	3,83	3,74
Kadar Abu (%)	1,89	1,72
Kadar Lemak (%)	1,82	1,39
Kadar Protein (%)	4,65	2,81
Kadar Karbohidrat (%)	86,81	84,24
Kadar HCN (ppm)	10,18	5,35
Kadar Tanin (ppm)	757,5	344

4.2. Parameter Kimia

4.2.1 Kadar Pb

Kisaran kadar Pb pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* antara 0,27 ppm sampai dengan 1,78 ppm. Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada Lampiran 2. menunjukkan bahwa semakin lama perendaman berpengaruh nyata terhadap kadar Pb tepung mangrove F tabel 5%. Rata-rata kadar Pb tepung buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata Kadar Pb Tepung Buah Mangrove

Perlakuan	Kadar Pb	
	Rata-rata ± St.Dev	Notasi
Kontrol	1,78 ± 0,04350	e
A (120 menit)	0,49 ± 0,04500	d
B (150 menit)	0,42 ± 0,03651	cd
C (180 menit)	0,38 ± 0,02060	c
D (210 menit)	0,31 ± 0,03367	ab
E (240 menit)	0,27 ± 0,04031	a

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

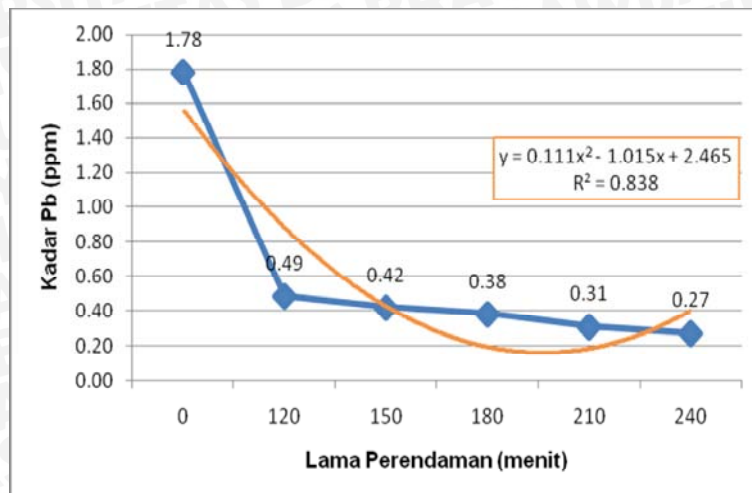
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Pb pada tepung buah mangrove berkisar antara 0,27-1,78 ppm dimana dari hasil ini menunjukkan lama waktu perendaman yang digunakan maka kadar Pb semakin rendah. Nilai kadar Pb tertinggi pada perlakuan A (perendaman selama 120 menit) sebesar 0,49 ppm dan nilai kadar Pb terendah pada perlakuan E (perendaman selama 240 menit) sebesar

0,27 ppm. Hal ini diduga karena pada saat perendaman dengan larutan jeruk nipis kandungan Pb yang ada dalam bahan baku tereduksi sehingga menyebabkan kadar Pb pada tepung buah mangrove menurun. Penurunan ini dikarenakan asam sitrat yang ada di jeruk nipis mengikat Pb sehingga semakin lama proses perendaman dengan asam sitrat maka semakin besar Pb yang larut bersama asam sitrat yang mengakibatkan menurunnya kadar Pb pada tepung buah *Avicennia marina*. Pada saat proses perendaman dengan larutan jeruk nipis, Pb terikat dalam protein membentuk senyawa *metallothionein* (protein pengikat logam), dengan adanya asam sitrat maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH^- dan COOH^- yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat (Gaman dan Sherringtonn, 1994).

Berdasarkan uji lanjut beda nyata terkecil terlihat pada Tabel 15. dapat diketahui bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan D dan E tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B dan C. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan D dan E tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A dan C. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, D dan E tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan C, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan E. Perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan C, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar Pb tepung buah mangrove dengan lama waktu perendamannya. Hubungan antara perbedaan perlakuan lama perendaman terhadap kadar Pb dapat dilihat pada Gambar 18.



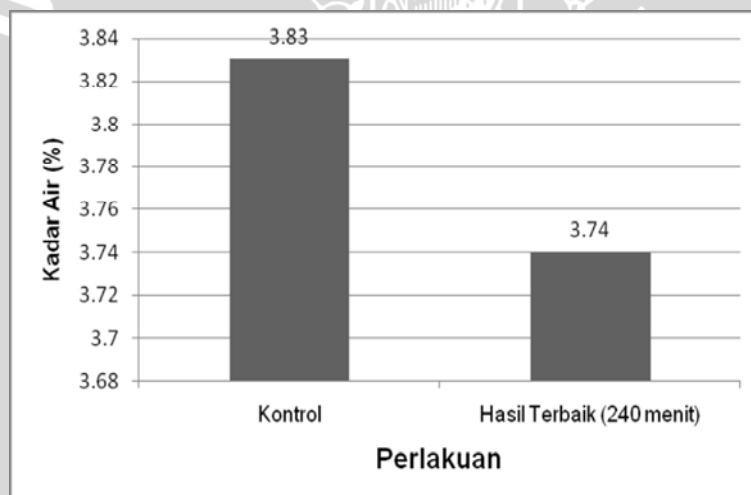
Gambar 18. Grafik Regresi Antara Perbedaan Perlakuan Lama Perendaman Terhadap Kadar Pb

Berdasarkan Gambar 18. dapat dilihat persamaan regresi antara perbedaan perlakuan lama perendaman terhadap kadar Pb yaitu $y = 0,111x^2 - 01,015x + 2,465$ dengan R^2 sebesar 0,838. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif dimana setiap lama perendaman bertambah 30 menit maka kadar Pb akan menurun sebesar 1,015 dengan nilai koefisien determinasi 0,838 yang artinya 83,8% penurunan kadar Pb dipengaruhi oleh lama perendaman. Selain lama perendaman dengan jeruk nipis, faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar Pb yaitu perebusan dan pengeringan karena sifat kimia Pb yaitu rusak dengan suhu tinggi dan dapat larut dalam asam. Menurut Alpathih *et al.*, (2010), Timbal (Pb) dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam sitrat. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (asam jeruk nipis) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya. Menurut Pararaja (2009), parameter yang mempengaruhi konsentrasi logam berat diperairan ialah suhu, salinitas, arus, pH dan padatan tersuspensi total. Menurut SNI (2008), kadar Pb pada tepung yaitu maksimal sebesar 1 ppm, ini menandakan bahwa kadar Pb pada tepung buah *Avicennia marina* sudah memenuhi standar tepung pada umumnya sehingga aman untuk dikonsumsi. Sementara Budiman, *et al* (2010) menyatakan bahwa kadar Pb

darah 0,4-0,5 ppm menunjukkan indikasi keracunan plumbum disertai dengan gejala klinis anemia dan perubahan hematologis.

4.2.2 Kadar Air

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) udara di sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah sedangkan RH di sekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar airnya menjadi lebih tinggi (Winarno *et al.*, 2002). Penentuan kadar air dengan menggunakan metode pengeringan (Thermogravimetri) dalam oven dengan cara memanaskan sampel pada suhu 100-105°C sampai diperoleh berat konstan (Sudarmadji *et al.*, 1996). Hasil pengujian kadar air pada kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 19.



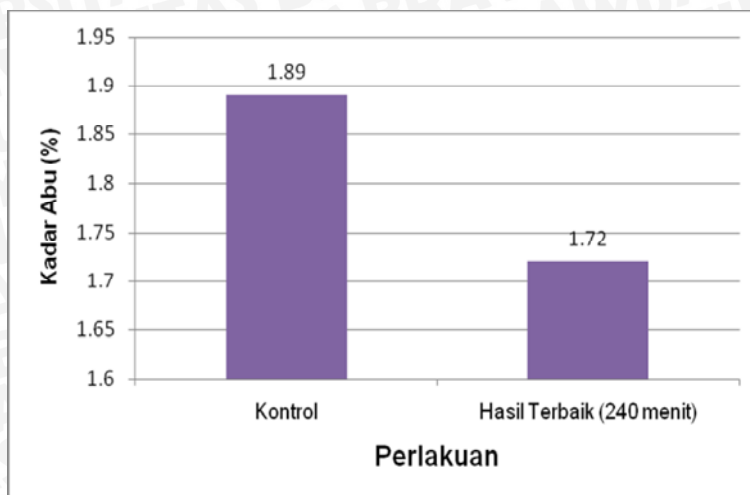
Gambar 19. Diagram Hasil Pengujian Kadar Air

Berdasarkan diagram pada Gambar 19, menunjukkan terjadinya penurunan kadar air pada tepung buah terhadap kontrol yaitu dari 3,83% turun menjadi 3,74%. Penurunan kadar air tepung buah mangrove *Avicennia marina* pada perlakuan terbaik dipengaruhi oleh proses pengeringan pada suhu 70°C, air akan lebih cepat menguap sehingga kadar air tepung buah mangrove *Avicennia marina* lebih rendah dari kadar air pada kontrol. Selain proses pengeringan, faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar air pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*

yaitu perendaman dengan larutan asam sitrat yang memiliki konstanta dielektrik yang berbeda yaitu pada air sebesar 80,1 sedangkan pada asam lemah sebesar 6,2 diasumsikan air dan asam akan berikatan sehingga larutan menjadi seimbang dan lebih mudah untuk diuapkan. Menurut Winarno, *et al.*(1980), bila kadar air bahan rendah sedangkan RH di sekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Menurut SNI (2008), kadar air pada tepung maksimal 13% dibandingkan dengan kadar air pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 3,83% sedangkan pada hasil terbaik sebesar 3,74% berarti dapat dikatakan bahwa kadar air pada tepung mangrove *Avicennia marina* ini sudah memenuhi standar tepung pada makanan. Rendahnya kadar air ini dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga memperpanjang daya simpan produk.

4.2.3 Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan (Sudarmadji *et al.*, 2003). Kadar abu menggambarkan kandungan mineral dari sampel bahan makanan. Yang disebut kadar abu adalah material yang tertinggal bila bahan makanan dipijarkan dan dibakar pada suhu sekitar 500-800°C. Semua bahan organik akan terbakar sempurna menjadi air dan CO₂ serta NH₃, sedangkan elemen tertinggal sebagai oksidasinya (Sediaoetama, 2000). Hasil pengujian kadar abu pada kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Diagram Hasil Pengujian Kadar Abu

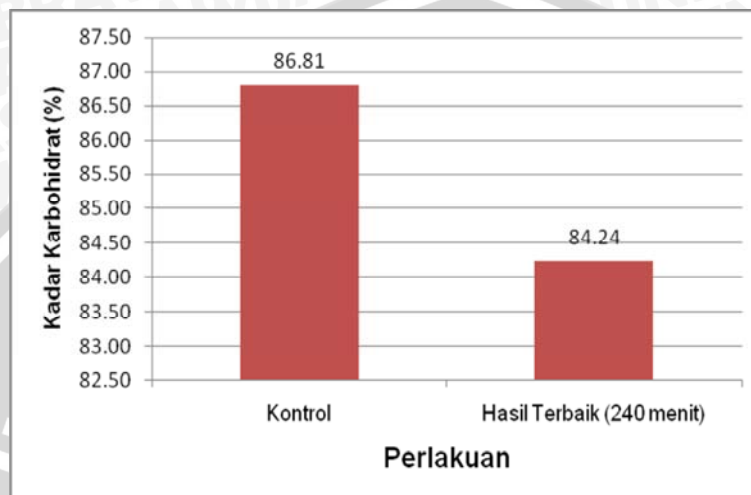
Berdasarkan diagram pada Gambar 20, menunjukkan terjadinya penurunan kadar abu pada tepung buah terhadap kontrol yaitu dari 1,89% turun menjadi 1,72%. Penurunan kadar abu pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* dikarenakan adanya proses perebusan dan pengeringan dengan suhu tinggi serta pencucian yang menyebabkan larutnya mineral didalam buah mangrove sehingga mempengaruhi kadar abu tepung buah mangrove *Avicennia marina*. Menurut Siahaan (2010), kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan karena apabila kadar abu dalam suatu bahan semakin banyak maka kandungan mineralnya akan semakin tinggi dan juga sebaliknya. Dalam hal ini jenis asam dan konsentrasi asam juga memberikan pengaruh terhadap setiap jenis bahan. Kadar abu suatu bahan ditentukan oleh banyaknya abu yang larut dalam asam. Diduga abu yang terdapat dalam bahan didominasi oleh abu yang larut dalam asam. Tinggi rendahnya kadar abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuan yang tersisa pada proses akhir pengabuan, bukan merupakan unsur mineral seperti yang diketahui bahwa komponen abu mudah menguap pada suhu tinggi. Semakin tinggi kadar abu suatu bahan, maka akan semakin jelek proses pengolahannya dan semakin tinggi kandungan mineralnya. Mineral dalam makanan biasanya dapat ditentukan dengan pengabuan atau insenerasi (pembakaran). Pembakaran dapat merusak senyawa organik dan meninggalkan mineral, akan tetapi jika ditentukan

dengan cara ini, abu tidak akan mengandung nitrogen yang terdapat dalam protein dan beberapa hal dengan kandungan mineral yang sesuai dengan kenyataan (Anonymous, 2002).

Menurut SNI (2008), kadar abu pada tepung maksimal 0,5% dibandingkan dengan kadar abu pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 1,89% sedangkan pada hasil terbaik sebesar 1,72% berarti dapat dikatakan bahwa kadar abu pada tepung mangrove *Avicennia marina* ini belum memenuhi standar tepung pada makanan hal ini disebabkan karena tempat dari buah mangrove itu sendiri yang berada ditempat payau dengan salinitas 15 ppt yang sedikitnya mengandung garam yang mengandung mineral, sehingga dapat meningkatkan kadar abu pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*. Selain itu, tingginya kadar abu ini disebabkan karena pengeringan yang dilakukan terhadap bahan maka jumlah air yang keluar atau teruapkan dari bahan yang dikeringkan akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudarmadji *et al.*(1996), bahwa kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan, waktu dan suhu yang digunakan saat pengeringan jika bahan yang diolah melalui proses pengeringan maka lama waktu dan semakin tinggi suhu pengeringan akan meningkatkan kadar abu, karena air yang keluar dari dalam bahan semakin besar. Jadi dapat dikatakan bahwa kadar air berbanding terbalik dengan kadar abu. Semakin rendahnya kadar abu maka semakin tinggi kadar air pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*. Menurut Ambarsari *et al.* (2009), tingginya kadar abu pada bahan menunjukkan tingginya kandungan mineral namun dapat juga disebabkan oleh adanya reaksi enzimatik (*browning enzymatic*) yang menyebabkan turunnya derajat putih tepung. Kadar abu yang tinggi pada bahan tepung kurang disukai karena cenderung memberi warna gelap pada produknya. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung akan semakin baik.

4.2.4 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat adalah kelompok nutrient yang penting dalam susunan makanan, sebagai sumber energi. Senyawa-senyawa ini mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen dan dihasilkan oleh tanaman dengan proses fotosintesa (Gaman dan Sherrington, 1994). Hasil pengujian kadar karbohidrat pada kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 21.



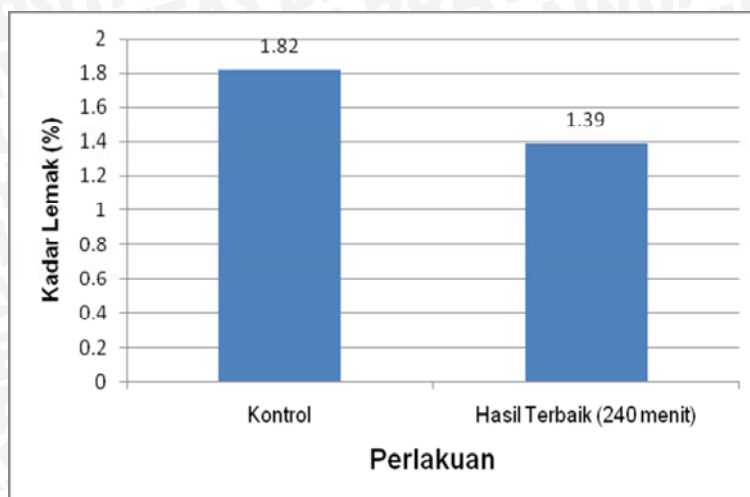
Gambar 21. Diagram Hasil Pengujian Kadar Karbohidrat

Berdasarkan diagram pada Gambar 21, menunjukkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat pada tepung buah terhadap kontrol yaitu dari 86,81% turun menjadi 84,24%. Penurunan kadar karbohidrat pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* ini disebabkan adanya proses perebusan dan pengeringan Andarwulan (2008) mengemukakan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan penurunan daya cerna pati (karbohidrat) yaitu penggunaan suhu yang terlampau tinggi pada saat proses pengolahan, interaksi antara pati dengan komponen non pati, dan jumlah *resistant starch* yang terdapat dalam pati. Karbohidrat terdiri dari beberapa bentuk senyawa seperti monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Monosakarida digolongkan berdasarkan jumlah atom karbon yang dikandungnya (triosa, tetrosa, pentosa, heksosa, dan heptosa) dan gugus aktifnya, yang bisa berupa aldehida atau keton. Salah satu sifat dari monosakarida yaitu bereaksi dengan basa dan asam. Apabila glukosa dilarutkan ke dalam basa encer, beberapa jam kemudian dihasilkan campuran yang terdiri dari fruktosa, manosa, dan

sebagian glukosa semula. Sedangkan, dalam basa encer, monosakarida sangat stabil, tetapi jika aldoheksosa dipanaskan dalam asam kuat, akan mengalami dehidrasi dan diperoleh bentuk hidrosimetil furfural. Dalam bentuk yang sama, pentose juga akan berubah menjadi bentuk furfural. Selain itu, karbohidrat bersifat gula pereduksi. Sifat gula pereduksi ini disebabkan adanya gugus aldehida dan gugus keton yang bebas, sehingga dapat mereduksi ion-ion logam. Gugus aldehida pada aldoheksosa mudah teroksidasi menjadi asam karboksilat dalam pH netral oleh zat pengoksidasi atau enzim. Dalam zat pengoksidasi kuat, gugus aldehida dan gugus alkohol primer akan teroksidasi membentuk asam dikarboksilat atau asam ardat. Gugus aldehida atau gugus keton monosakarida dapat direduksi secara kimia menjadi gula alkohol, misalnya D-sorbito yang berasal dari D-glukosa (Merthin, 2011). Ambarsari *et al.* (2009), mengemukakan bahwa kandungan karbohidrat rata-rata pada tepung di Indonesia adalah 83,8%, hasil ini tidak berbeda jauh dengan kadar karbohidrat pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 86,81% sedangkan pada hasil terbaik sebesar 84,24% berarti dapat dikatakan bahwa kadar karbohidrat pada tepung mangrove ini sudah memenuhi standar pada tepung pada umumnya. Menurut Pramono (2009), kebutuhan karbohidrat normal adalah 60-75% dari kebutuhan energi total. atau sisa energi setelah dikurangi energi yang berasal dari protein dan lemak. Selain jumlah, kebutuhan karbohidrat dalam keadaan sakit sering dinyatakan dalam bentuk karbohidrat yang dianjurkan.

4.2.5 Kadar Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang tidak larut air tetapi tidak dapat diekstraksi dengan pelarut non polar seperti kloroform, eter dan benzena. Fungsi penting lemak dalam sistem makhluk hidup adalah sebagai komponen struktur membran, bentuk energi cadangan, prekursor enzim, lapisan pelindung, *insulasi barrier*, hormon dan vitamin (Toha, 2001). Hasil pengujian kadar lemak pada kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Diagram Hasil Pengujian Kadar Lemak

Berdasarkan diagram pada Gambar 22, menunjukkan terjadinya penurunan kadar lemak pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 1,82% turun menjadi 1,39%. Turunnya kadar lemak pada hasil terbaik (240 menit) dikarenakan adanya proses perebusan, perendaman dengan larutan jeruk nipis. Lemak dari buah mangrove terhidrolisis oleh panas serta garam-garam mineral. Lemak yang bersifat *disaponifikasi* dapat dihidrolisis dengan alkali dan panas sehingga terbentuk garam asam-asam lemak dan komponen molekul lainnya (Toha, 2001). Menurut Suarni (2009), kadar lemak yang rendah akan menguntungkan dari segi penyimpanan karena tepung dapat disimpan lebih lama; dengan demikian metode basah (perendaman) lebih baik dibandingkan metode kering (tanpa perendaman). Menurut Ambarsari (2009), kadar lemak tepung di Indonesia rata-rata mencapai 0,75%, dibandingkan dengan kadar lemak pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 1,82% sedangkan pada hasil terbaik sebesar 1,39% berarti dapat dikatakan bahwa kadar lemak pada tepung mangrove ini dikatakan lebih tinggi dari pada standar tepung. Menurut Pramono (2009), Kebutuhan lemak normal adalah 10-25% dari kebutuhan energi total. Lemak sedang dapat dinyatakan sebagai 15-20% dari kebutuhan energi total, sedangkan lemak rendah $\leq 10\%$ dari kebutuhan energi total. Modifikasi jenis lemak dapat dinyatakan sebagai: lemak jenuh $< 10\%$ dari kebutuhan energi total, lemak tidak jenuh ganda

10% dari kebutuhan energi total, dan lemak tidak jenuh tunggal 10-15 % dari kebutuhan energi total.

4.2.6 Kadar Protein

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting bagi tubuh karena selain sebagai sumber energi protein berfungsi sebagai zat pembangun tubuh dan zat pengatur didalam tubuh (Muchtadi, 1993). Menurut Winarno *et al.*, (1980) pada umumnya kadar protein di dalam bahan pangan menentukan mutu bahan pangan itu sendiri. Hasil dari analisis kadar protein hubungan antara kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Diagram Hasil Pengujian Kadar Protein

Berdasarkan diagram pada Gambar 23, menunjukkan terjadinya penurunan kadar protein pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 4,65% turun menjadi 2,81%. Menurunnya kadar protein pada hasil terbaik yaitu 240 menit, dikarenakan pada perlakuan lama perendaman dengan larutan jeruk nipis yang mengandung asam serta proses perebusan dan pengeringan dengan suhu tinggi sehingga protein mengalami proses denaturasi selama proses pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina*. Hubungan kadar protein dan kadar air sebenarnya berbanding terbalik, tetapi pada hasil analisis kadar protein tepung mangrove ini terjadi hubungan berbanding lurus yang mengakibatkan sama-sama

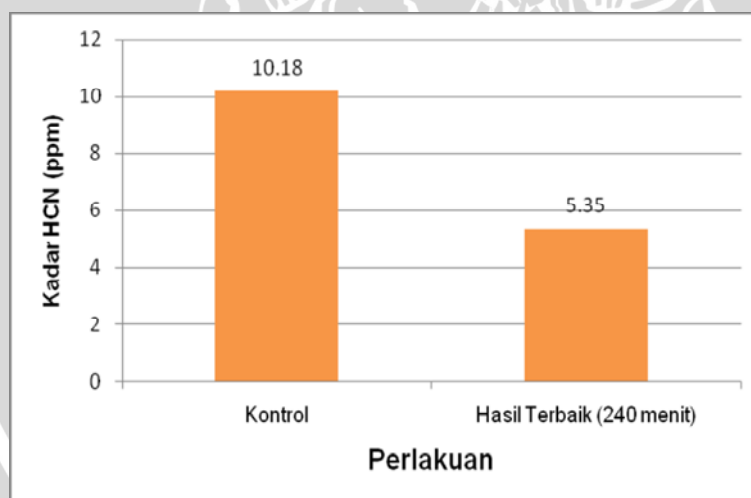
mengalami penurunan. Faktor yang menyebabkan penurunan kadar protein ini disebabkan oleh proses perebusan dengan suhu tinggi ditambah dengan proses yang lain yaitu proses perendaman dengan asam, serta pencucian. Tahapan-tahapan pada proses pembuatan tepung buah mangrove ini yang menyebabkan penurunan kadar protein. Protein merupakan molekul yang sangat besar, sehingga mudah sekali mengalami perubahan bentuk fisik maupun aktivitas biologis. Banyak faktor yang menyebabkan perubahan sifat alamiah protein misalnya: panas, asam, basa, pelarut organik, pH, garam, logam berat, maupun sinar radiasi radioaktif. Perubahan sifat fisik yang mudah diamati adalah terjadinya penjendalan (menjadi tidak larut) atau pematatan (Sudarmadji *et al.*, 1996). Ditambahkan oleh Winarno (2002), adanya gugus amino dan karboksil bebas pada ujung-ujung rantai molekul protein, menyebabkan protein mempunyai banyak muatan dan bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam maupun basa). Dalam larutan asam (pH rendah), gugus amino bereaksi dengan H^+ , sehingga protein bermuatan positif. Bila pada kondisi ini dilakukan elektrolisis, molekul protein akan bergerak ke arah katoda. Dan sebaliknya, dalam larutan basa (pH tinggi) molekul protein akan bereaksi sebagai asam atau bermuatan negatif, sehingga molekul protein akan bergerak menuju anoda. Protein globuler/ steroprotein yaitu protein yang berbentuk bola larut asam dan garam encer, mudah berubah (terdenaturasi) di bawah pengaruh suhu. Menurut Susanto dan Saneto (1994), protein mudah mengalami kerusakan oleh pengaruh panas, guncangan, reaksi kimia dengan asam atau basa kuat dan sebagainya, yang di kenal dengan denaturasi dan degradasi.

Persyaratan standar mutu tepung terbaik berdasarkan SNI (2006), memiliki kadar protein minimal 7%, sehingga kadar protein pada tepung mangrove *Avicennia marina* yaitu pada kontrol sebesar 4,65% dan pada perlakuan terbaik (240 menit) sebesar 2,81% berarti dapat dikatakan bahwa tepung mangrove *Avicennia marina* ini tidak dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung pada makanan. Hal ini disebabkan karena perendaman dengan asam sitrat yang menyebabkan denaturasi

protein. Selain itu asam sitrat pada proses perendaman dikatakan sebagai katalis yang dapat mempercepat proses denaturasi protein yang menyebabkan penurunan kadar protein pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*. Menurut Pramono (2009), Kebutuhan protein normal adalah 10-15% dari kebutuhan energi total, atau 0,8-1,0 g/kg BB. Kebutuhan energi minimal untuk mempertahankan keseimbangan nitrogen adalah 0,4-0,5 g/kg BB.

4.2.7 Kadar HCN (Asam Sianida)

Sianida adalah senyawa kimia yang mengandung kelompok N, C dengan atom karbon terikat-tiga ke atom nitrogen. Kelompok CN⁻ dapat ditemukan dalam banyak senyawa. Beberapa adalah gas, dan lainnya adalah padat atau cair, setiap senyawa tersebut dapat melepaskan anion CN⁻ yang sangat beracun (Purba, 2009). Hasil dari analisis kadar HCN hubungan antara kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Diagram Hasil Pengujian Kadar HCN

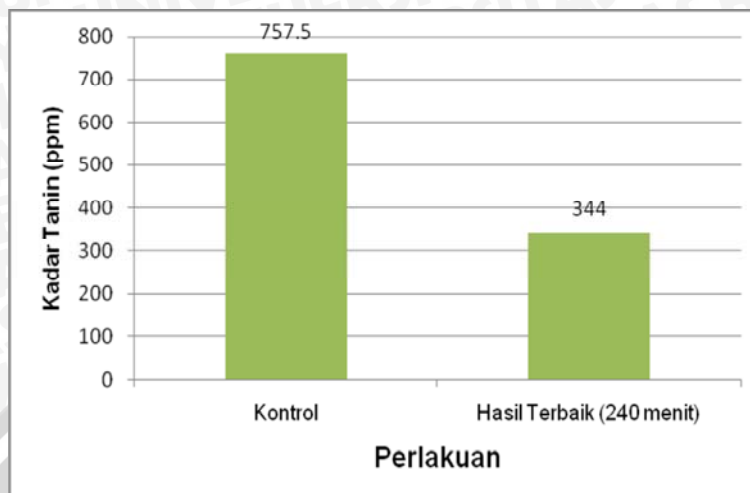
Berdasarkan diagram pada Gambar 24, menunjukkan terjadinya penurunan kadar HCN pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 10,18 ppm turun menjadi 5,35 ppm. Turunnya kadar HCN ini disebabkan oleh proses perendaman dengan larutan jeruk nipis. Salah satu sifat dari HCN yaitu dapat larut dalam air serta asam, berdasarkan pendapat Sitepu (2006) gas HCN dapat larut dalam air dan alkohol. Gas Hidrogen Cyanide acid sangat mudah diserap dengan

hydroxide basa, sodalime, silve oxide atau dengan larutan sodium yang mengandung iodium. Faktor lain yang menyebabkan turunnya kadar HCN yaitu proses perebusan, pencucian dan pengeringan dimana kadar HCN tersebut akan menguap dengan suhu yang tinggi. Menurut Irmansyah (2005) bahwa dengan cara merebus, mengupas, mengiris kecil-kecil, merendam dalam air, menjemur hingga kemudian dimasak adalah proses untuk mengurangi kadar HCN. Proses pencucian dalam air mengalir dan pemanasan yang cukup, sangat ampuh untuk mencegah terbentuknya HCN yang beracun. Menurut Ilminingtyas dan Kartikawati (2009), perebusan dan perendaman disamping menginaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan menghilangkan racun-racun yang ada pada buah antara lain dari jenis tanin dan HCN. Syarat standar mutu kandungan HCN dalam tepung yaitu sebesar 50 ppm berarti dapat dikatakan bahwa kadar HCN pada tepung mangrove ini sudah memenuhi standar tepung pada makanan sehingga aman untuk dikonsumsi. Perebusan dan perendaman disamping menginaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan menghilangkan racun-racun yang ada pada buah lindur antara lain dari jenis tanin dan HCN. Menurut Purwantisari (2007), bahaya HCN pada kesehatan terutama pada sistem pernapasan, di mana oksigen dalam darah terikat oleh senyawa HCN dan terganggunya sistem pernapasan (sulit bernapas). Tergantung jumlah yang dikonsumsi, HCN dapat menyebabkan kematian jika pada dosis 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan. HCN juga dapat hilang oleh proses pemanasan atau perebusan tanpa ditutup. Standar yang ditetapkan oleh FAO, umbi-umbian dengan kadar 50 mg/kg ke bawah masih aman untuk di konsumsi.

4.2.8 Kadar Tanin

Tanin merupakan senyawa fenolik yang mudah didapat di tanaman (daun, kayu, buah-buahan, akar) serta mampu membentuk senyawa kompleks dengan protein, selulosa, mineral serta kanji. Selain itu tanin mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat akan tetapi mempunyai kelemahan larut dalam air

(Wisnubroto, 2002). Hasil dari analisis kadar tanin, hubungan antara kontrol dan hasil terbaik (240 menit) dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Diagram Hasil Pengujian Kadar Tanin

Berdasarkan diagram pada Gambar 25, menunjukkan terjadinya penurunan kadar tanin pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 757,5 ppm turun menjadi 344 ppm. Penurunan kadar tanin ini disebabkan karena proses perendaman dengan larutan jeruk nipis yang dapat menghidrolisa tanin itu sendiri. Semakin lama proses perendaman dengan larutan jeruk nipis maka kandungan tanin pada buah mangrove ini akan semakin berkurang. Berdasarkan sifat kimia tanin menurut Risnasari (2001), tanin dapat terhidrolisa oleh asam, basa dan enzim. Selain itu, semua jenis tanin dapat larut dalam air dan akan bertambah besar apabila dilarutkan dalam air panas. Begitu juga tanin akan larut dalam pelarut organik seperti methanol, etanol, aseton dan pelarut organik lainnya. Menurut Ilminingtyas dan Kartikawati (2009), kadar tanin yang tinggi akan menyebabkan rasa pahit pada bahan makanan. Senyawa ini bersifat karsinogenik apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebih dan kontinyu. Kandungan tanin berdasarkan nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*) dalam bahan makanan adalah sebesar 560 ppm, berarti dapat dikatakan bahwa kadar tanin pada tepung mangrove ini sudah memenuhi standar tepung pada makanan sehingga aman untuk dikonsumsi. Perebusan dan perendaman disamping menginaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan

menghilangkan racun-racun yang ada pada buah lindur antara lain dari jenis tanin dan HCN.

4.2.9 Kadar pH

Kisaran kadar pH pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* antara 3,74 sampai dengan 4,70. Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada Lampiran 3. menunjukkan bahwa semakin lama perendaman berpengaruh nyata terhadap kadar Pb tepung mangrove F tabel 5%. Rata-rata kadar pH tepung buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rata-rata Kadar pH Tepung Buah Mangrove

Perlakuan	Kadar pH	
	Rata-rata ± St.Dev	Notasi
Kontrol	4,70 ± 0,1130	e
A (120 menit)	3,90 ± 0,0457	d
B (150 menit)	3,80 ± 0,0472	c
C (180 menit)	3,79 ± 0,0670	b
D (210 menit)	3,78 ± 0,0191	b
E (240 menit)	3,74 ± 0,1663	a

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

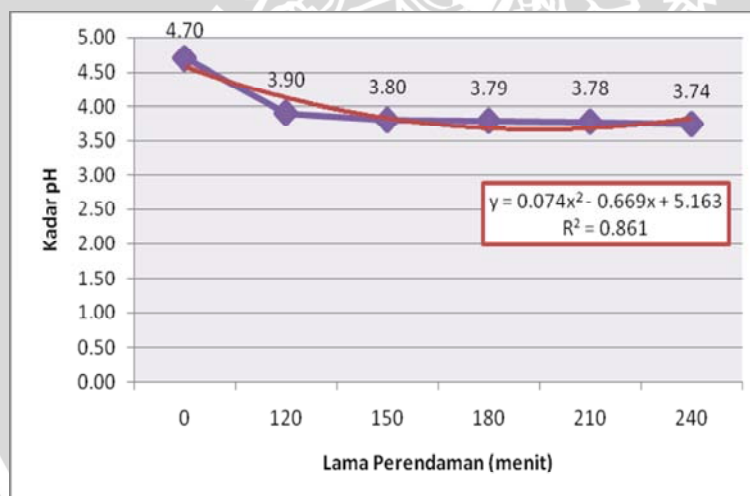
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Pada Tabel 16 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar pH pada tepung buah mangrove berkisar antara 3,74-4,70 dimana dari hasil ini menunjukkan lama waktu perendaman yang digunakan maka kadar pH semakin rendah. Nilai kadar pH tertinggi pada perlakuan kontrol sebesar 4,70 dan nilai kadar pH terendah pada perlakuan E (perendaman selama 240 menit) sebesar 3,74 ppm. Hal ini diduga karena pada saat perendaman dengan larutan jeruk nipis yang semakin lama maka ion H⁺ semakin bertambah sehingga menyebabkan kadar pH pada tepung buah mangrove semakin rendah. Menurut SNI (2008), minimal pH pada tepung sebesar 4,0 sedangkan pada tepung mangrove *Avicennia marina* ini berkisar antara 3,74-4,70 yang menandakan belum memenuhi SNI tepung kecuali pada perlakuan kontrol. Jika dibandingkan dengan pH tepung tapioka 4.93, tepung terigu 4.81 dan tepung beras 4.67, tepung mangrove *Avicennia marina* ini belum memenuhi standar

tepung pada umumnya sehingga dengan penambahan asam jeruk nipis semakin rendah derajat keasaman pada tepung.

Berdasarkan uji lanjut beda nyata terkecil terlihat pada Tabel 16, dapat diketahui bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, D dan E. Perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol, B, C, D dan E. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol, C, D dan E. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol, A, B dan E tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D. Perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol, A, B, dan E, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan C. Perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, D dan E.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar pH tepung buah mangrove dengan lama waktu perendamannya. Hubungan antara perbedaan perlakuan lama perendaman terhadap kadar pH dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Grafik Regresi Antara Perbedaan Perlakuan Lama Perendaman Terhadap Kadar pH

Berdasarkan Gambar 26, dapat dilihat persamaan regresi antara perbedaan perlakuan lama perendaman terhadap kadar pH yaitu $y = 0,074x^2 - 0,669x + 5,163$ dengan R^2 sebesar 0,861. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif dimana setiap lama perendaman bertambah 30 menit maka kadar pH akan menurun sebesar 0,669 dengan nilai koefisien determinasi 0,861 yang artinya 86,1%

penurunan kadar pH dipengaruhi oleh lama perendaman, semakin lama perendaman maka kadar pH semakin rendah dikarenakan ion H^+ pada larutan yang semakin besar. Berdasarkan Azizah (2010), semakin lama proses perendaman menyebabkan semakin banyak air yang ditarik oleh ion hidrat. pH dan konsentrasi ion H^+ dihubungkan dengan tanda negatif, maka kedua besaran itu berbanding terbalik, artinya makin besar ion H^+ (makin asam larutan) maka makin kecil nilai pH, dan sebaliknya. Selanjutnya, karena dasar logaritma adalah 10 maka larutan yang nilai pH-nya berbeda sebesar 1 dan mempunyai perbedaan konsentrasi ion H^+ sebesar 10n. Bila pH berkurang, konsentrasi ion hidronium akan meningkat, dan konsentrasi ion hidroksida berkurang. Pada setiap unit penurunan pH sama dengan peningkatan faktor 10 untuk konsentrasi ion hidronium.

4.3 Perlakuan Terbaik

Metode yang dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik adalah metode Zeleny (1982). Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah parameter kimia kadar Pb pada saat proses pembuatan tepung *Avicennia marina* yang meliputi air rendaman, air cucian dan tepung. Hasil perlakuan terbaik diperoleh pada lama perendaman larutan jeruk nipis selama 240 menit dengan rata-rata kadar Pb sebesar 0,27 ppm; kadar air sebesar 3,74%; kadar abu sebesar 1,72%; kadar karbohidrat sebesar 84,24%; kadar lemak sebesar 1,39%; kadar protein sebesar 2,81%; kadar HCN sebesar 5,35 ppm; kadar tanin sebesar 344 ppm dan kadar pH sebesar 3,74.

4.4 Uji Organoleptik Rasa

Rasa ialah sesuatu yang diterima oleh lidah. Dalam pengindraan cecapan dibagi empat cecapan utama yaitu manis, pahit, asam dan asin serta ada tambahan respon bila dilakukan modifikasi (Zuhra, 2006). Hasil rata-rata organoleptik rasa tepung buah mangrove *Avicennia marina* dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Rata-Rata Uji Organoleptik Rasa Tepung Buah Mangrove

Perlakuan	Uji Organoleptik Rasa	
	Rata-rata \pm St.Dev	Notasi
A (120 menit)	4.9750 \pm 0.0707	d
B (150 menit)	4.9250 \pm 0.0645	c
C (180 menit)	4.9000 \pm 0.1080	b
D (210 menit)	4.8875 \pm 0.0750	b
E (240 menit)	4.8500 \pm 0.1472	a

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Pada Tabel 17. dapat dilihat bahwa tingkatan kesukaan panelis terhadap rasa berkisar antara 4,8500-4,9750. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa asam tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman 120 menit (perlakuan A) sebesar 4,9750 dan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa asam terendah pada perlakuan lama perendaman 240 menit (perlakuan E) sebesar 4,8500. Berdasarkan analisis *kruskal wallis* tingkat kesukaan panelis terhadap rasa tepung buah mangrove (Lampiran 4) memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasa tepung buah mangrove ($P > 0,012$). Hasil analisis tingkat kesukaan panelis terhadap rasa asam tepung buah mangrove menunjukkan terjadinya penurunan seiring dengan meningkatnya waktu perendaman larutan jeruk nipis. Penurunan penilaian terhadap tepung buah mangrove *Avicennia marina* ini karena panelis merasa tepung tersebut semakin lama sedikit asam seiring semakin lamanya perendaman dengan larutan jeruk nipis.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Lama perendaman dengan larutan jeruk nipis berpengaruh terhadap kandungan logam berat Pb tepung buah mangrove (*Avicennia marina*).
2. Lama perendaman optimum untuk menghasilkan tepung buah mangrove *Avicennia marina* dengan kadar Pb terendah yaitu perendaman selama 240 menit (Perlakuan E) sehingga hasil analisis proksimat yaitu kadar air sebesar 3,74%; kadar abu sebesar 1,72%; kadar karbohidrat sebesar 84,24%; kadar lemak sebesar 1,39%; kadar protein sebesar 2,81%; kadar HCN sebesar 5,35 ppm; kadar tanin sebesar 344 ppm dan kadar pH sebesar 3,74.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mendapatkan tepung buah mangrove *Avicennia marina* dengan kadar Pb rendah dilakukan perendaman dengan larutan jeruk nipis selama 240 menit dengan suhu pengeringan dalam oven 70°C selama 10 jam
2. Disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan tepung buah mangrove (*Avicennia marina*) yang banyak mengandung logam berat Pb dengan *chelating agent* yang lain untuk keefektifan penyerapan logam berat Pb.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, H.L. 2008. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Alfabeta Bandung.
- Anonymous. 2002. **Pengaruh Serat Kasar pada Broiler**. Poultry Indonesia Edisi Online, sejak 2002 © Majalah Poultry Indonesia – jakarta. Syndicate our news using the file backend.php or ultramode.txt.
- Anonymous. 2011^a. **Tepung**. <http://id.wikipedia.org/wiki/tepung>. Diakses tanggal 19 Januari 2011.
- _____. 2011^b. **Referensi Terigu**. <http://www.sarisedap.co.id>. Diakses tanggal 5 April 2011
- _____. 2011^c. **Kualitas Tepung**. <http://www.sarisedap.co.id>. Diakses tanggal 5 April 2011
- Aditya, R.D. 2008. **Gizi Kesehatan Masyarakat**. <http://trias.blog.unair.ac.id/2008/10/14/tugas-epg/> diakses tanggal 14 Maret 2011
- Alphatih, AM; Mifbakhuddin dan U. Nurullita. 2010. **Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jeruk Nipis Dan Lama Perendaman Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Daging Kerang Hijau (Perna Viridis)**. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang
- Ambarsari, I., Sarjana dan A. Choliq. 2009. **Rekomendasi Dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar**. Peneliti di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Ungaran.
- Amin, B. 2001. **Akumulasi dan Distribusi Logam Berat Pb dan Cu Pada Mangrove (Avicennia marina) Di Perairan Pantai Dumai Riau**. Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan Universitas Riau.
- Andarwulan, N. 2008. **Nilai Kalori Pangan Sumber Karbohidrat. Food Review Indonesia**. <http://www.foodreview.biz/preview.php?view&id=55622>.
- Anwar, C dan H. Gunawan. 2007. **Peranan Ekologis dan Sosial Ekonomis Mangrove dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir**. Jurnal Penelitian Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Padang.
- Aprillia, H. 2008. **Potensi Terpendam Mangrove**. <http://trias.blog.unair.ac.id>. diakses 20 Oktober 2008
- Arahmadi. 2008. **Isu-isu Pokok Keamanan Pangan- Proses Pembuatan Keripik Bakau**. http://arahmadi.blogspot.com/2008_10_01_archive.html diakses tanggal 14 Maret 2011
- Ardyanto, D. 2005. **Deteksi Pencemaran Timah Hitam (Pb) Dalam Darah Masyarakat Yang Terpajan Timbal (Plumbum)**. Bagian Kesehatan &

Keselamatan Kerja (K3) FKM Universitas Airlangga. Surabaya. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 2, No. 1, Juli 2005 : 67 - 76

Arief, A. M.P. 2003. **Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya**. Kanisius. Yogyakarta.

Arisandi, P. 2001. "**Mangrove Jenis Api-Api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir**". <http://www.terranet.or.id>, diakses 14 Januari 2006.

Azizah, U. 2010. **Hubungan Tingkat Keasaman dengan pH**. <http://www.Chem-Is-Try.Org>, diakses 6 Juni 2011

Bayu, I.S. 2010. **Lebih mengenal Buah Mangrove dan Apa sebenarnya manfaat dari buah mangrove???**. http://bayupato.blogspot.com/2010_12_01_archive.html, diakses tanggal 10 November 2010

Bender, G.T. 1987. **Principal of Chemical Instrumentation**. Philadelphia: W.B.Sounders Company. Hal 98.

Bengen. 2003. **Pengenalan dan Pengelolaan Sistem Mangrove**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. Bogor

BP4K. 2011. **Singkong Dan Racun**. http://bp4kkabsukabumi.net/index2.php?option=com_content&do_pdf. Diakses tanggal 29 Maret 2011.

Budiman, H; A. Azhar dan I. Yusuf. 2010. **Analisis Kadar Timbal dan Gambaran Darah Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Pusat Latihan Gajah Sebang Riau**. Jurnal Veteriner Juni 2010 Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh

Buwono, I.D; L. Lestari, dan H Suherman. 2005. **Upaya Penurunan Kandungan Logam Hg dan Pb pada Kerang Hijau (*Anadara granosa* Linn) dengan Konsentrasi dan Waktu Perendaman Na_2CaEDTA yang Berbeda**. Jurnal Bionatura Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Jatinangor. Bandung.hal 192-204.

Connel, D.W dan G.J. Miller. 1995. **Kimia dan ekotoksikologi pencemaran**. UI Press. Jakarta. 520 hal

Darmono. 1994. **Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. UI-Press. Jakarta.

Dewi, C.K. 2010. **Pengaruh Lama Perendaman Daun Teh Hijau Terhadap Konsentrasi Tanin Pada Pembuatan Frestea Green Tea Di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Unit Medan**. Universitas Sumatera Utara. Medan

Diantariani, N.P., I.W. Sudiarta dan N.K. Elantiani. 2008. **Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(VI) Pada Biosorben Rumput Laut *Euचेuma spinosum***. Jurnal Kimia 2(1) Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Bali

- Furi, F.A. 2009. **Potensi Buah Mangrove Sebagai Alternatif Sumber Pangan**. <http://trias.blog.unair.ac.id/2009/05/15/pangan-alternatif-alih-jalur-umum>. diakses tanggal 30 Januari 2010.
- Gaman, P. M., dan K. B. Sherrington. 1994. **The Science of Food**. Pergamon Press. Headington Hill Hall. England.
- Hagerman ,A, E. 2002 . **Or write to me at. Department of Chemistry and Biochemistry**. Miami University Oxford. USA.
- Hardjo, M. 2010. **Tepung Gadung (*Dioscorea hispida*) Bebas Sianida Dengan Merendam Parutan Umbi Dalam Larutan Garam**. Universitas Terbuka
- Harborne, J.B. 1987. **Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan**. Penerjemah: Padmawinata, K., dan Iwang, S. Edisi II. Bandung: ITB Press.
- Hartanti, Y.A. 2010. **Proses Pembuatan Lapis Mangrove Jenis Api-Api (*Avicennia marina*) di UKM. Putri Mandiri Kelurahan Ketapang Kabupaten Probolinggo Jawa Timur**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Hidayati, N., P. Lukitowati dan L. Herdianti. **Analisis Logam Timah PbSn Pada PT.TIMAH, Tbk dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom dan Titrasi Kompleksometri**. Jurusan Kimia F.MIPA Universitas Sriwijaya. Medan. Jurnal Kimia Mulawarman Vol.4, Nomor 2, Mei 2007
- Irwanto, A. 2007. **Mangrove di Jawa Timur**. [http://www.naungcamp.com/ articles &post](http://www.naungcamp.com/articles&post) diakses tanggal 30 April 2008.
- Ilimingtyas, D.W.H dan D. Kartikawati. 2009.**Potensi Buah Mangrove sebagai Alternatif Sumber Pangan**.<http://www.kesematblog.com>, diakses 15 Mei 2009.
- Indasah, Arsiniati, Sugijanto dan A. Soegianto. 2010. **Penambahan Chelating Agent dalam Menghilangkan Pb dan Cd pada Kupang Beras (*Corbula faba*)**. Fakultas Pertanian Universitas Dr. Soetomo Surabaya, FK Unair, Farmasi Unair, MIPA Unair. Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa Volume 7, No. 1, Juni 2010.
- Irmansyah, B. 2005. **Dari Limbah menjadi Pakan Ternak**. <http://www.geocities.com/persampahan/kompos.doc>
- Jannah, F. 2010. **Pemeriksaan Asupan Timbal Pada Sediaan Pewarna Rambut Bentuk Serbuk Yang Beredar di Pusat Pasar Kota Medan secara Spektrofotometri Serapan Atom**. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Kamal, Z., Samin dan Supryanto, C. 2007. **Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)**. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan Jl. Babarsar, D.I. Yogyakarta.
- Kharisma, D. C. 2002. **Potensi aktivitas antiagregasi platelet lalap-lalapan dan pemanfaatannya pada jelly agar : poh-pohan (*Pilea trinervia*), kemangi**

(*Ocnum americanum*) dan daun kemang (*Mangifera kemanga*). Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Lihan, T; N Ismail, M. A Mustapha dan S. A. Rahim. 2006. **Kandungan Logam Berat Dalam Makanan Laut dan Kadar Pengambilan oleh Penduduk di Tanjung Karang Selangor.** Nazir, M. 1988. **Metode Penelitian.** PT. Ghalia Indonesia. Jakarta.

Linggawati, A., Muhdarina., Erman., Azman dan Midiarty. 2002. **Pemanfaatan Tanin Limbah Kayu Industri Kayu Lapis untuk Modifikasi Resin Fenol Formaldehid.** Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Riau. Jurnal Natur Indonesia 5(1): 84-94 (2002)

Maram, N. 2008. **Kehidupan Mangrove Jenis Api-api (*Avicennia marina*) sebagai Pengendali Terhadap Pencemaran di Wilayah Pesisir Surabaya.** Jurusan Geografi Universitas Negeri Malang

Merthin. 2011. **Karbohidrat.** <http://merthinbiogreen4ever.multiply.com/journal/item/2/Karbohidrat>. Diakses tanggal 29 April 2011

Mochsin, Y. 2006. **Timbal.** Chem-Is-Try.Org | Situs Kimia Indonesia |. All rights reserved.

Muchtadi, D. 1993. **Nutrifikasi Pangan (Peningkatan Nilai Gizi Pangan). Program Studi Ilmu Pangan Program Pasca Sarjana.** Institut Pertanian Bogor. Bogor

Nasution, A.F. 2008. **Bahaya Timbal (Timah Hitam).** Mahasiswa Tingkat III Departemen Teknik Lingkungan, ITB.

Najib, A. 2010. **Tanin.** www.nadjeeb.wordpress.com diakses tanggal 25 Desember 2010

Nazir, M. 1988. **Metode Penelitian.** PT. Ghalia Indonesia. Jakarta.

Onrizal. 2008. **Peranan Ekosistem Mangrove dalam Menunjang Kehidupan Masyarakat Pesisir.** Diselenggarakan oleh Sub-Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Langkat, Maret 2008. Pusat Penelitian Sumberdaya Alam dan Lingkungan USU dan Departemen Kehutanan USU

Palar, H. 1994. **Pencemaran dan Toksikologi logam berat.** Rineka Cipta. Jakarta

Pramudji. 2001. **Studi Vegetasi dan Zonasi Mangrove di Pantai Rejoso Desa Jarangan Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan propinsi Jawa Timur.** Rizal Blog pada Facebook.com. Diakses tanggal 17 Maret 2009.

Pramono. 2009. **Cara Menentukan Kebutuhan Gizi Dalam Keadaan Sakit.** <http://www.giziwebster.blogspot.com>. Diakses tanggal 06 Maret 2011

Primasti, A. 2010. **Evaluasi Penurunan Kandungan Logam Berat Pb dan Sifat Kimia Pada Pembuatan Tepung Kupang Merah (*Musculita senhausia*).** Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur Surabaya

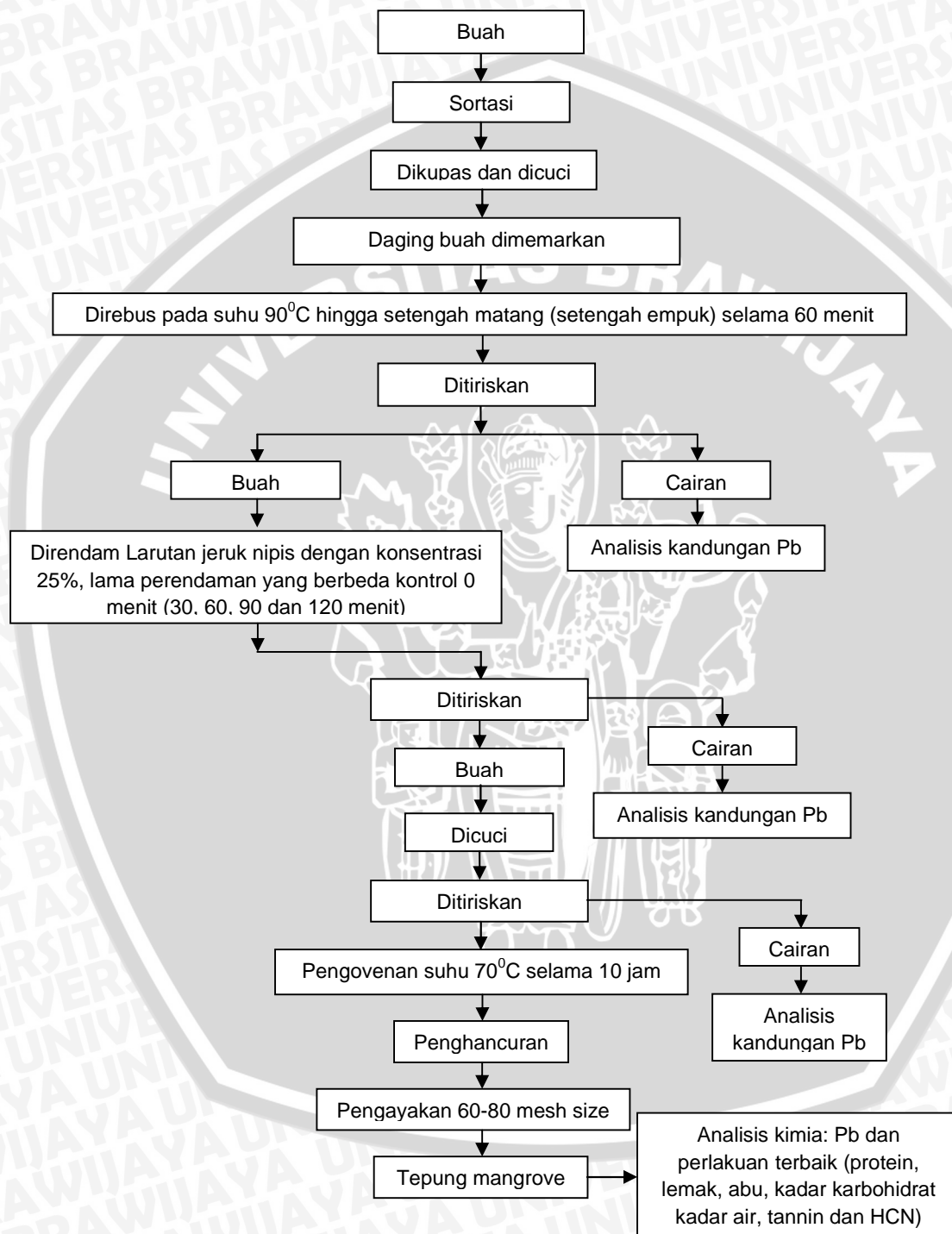
- Purba, M.E. 2009. **Analisa Kadar Total Suspended Solid (TSS), Amoniak (NH₃), Sianida (CN⁻) dan Sulfida (S²⁻) Pada Limbah Cair Bapedaldasu.** Universitas Sumatera Utara Medan
- Purwantisari, S. 2007. **Gadung Solusi Sumber Pangan Berkarbohidrat.** Staf Pengajar Biologi FMIPA Undip. © 2009 WawasanDigital IT Koran Sore Wawasan
- Ranganna, S. 1986. **Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products.** 2nd Ed. Tata McGraw-Hill Pub. Co.Ltd. New Delhi.
- Risnasari, I. 2001. **Pemanfaatan Tanin Sebagai Bahan Pengawet Kayu.** Universitas Sumatera Utara. Medan
- Rochmy, L.N. 2009. **Keracunan Makanan.** www.wikipedia.org.com. Diakses tanggal 11 November 2009.
- Rukmana, R. 1996. **Jeruk Nipis.** Penerbit Kanisius Yogyakarta
- Santi, D.N. 2001. **Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) serta Penanggulangannya.** Universitas Sumatera Utara. Medan
- Santoso, N; B.C Nurcahya, A.F Siregar, dan Ida Farida. 2005. **Resep Makanan Berbahan Baku Mangrove dan Pemanfaatan Nipah.** Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove. Jakarta.
- Saputra, R. 2009. **Teknologi Pengeringan Bahan Pangan.** <http://rangga32736.wordpress.com/2009/03/23/teknologi-pengeringan-bahan-makanan/> diakses tanggal 14 Maret 2011
- Sarwono, B. (2001). **Khasiat dan Manfaat Jeruk Nipis.** Agromedia Pustaka. Jakarta. Hal. 2, 4, 48.
- Sediaoetama, A. J. 2000. **Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi di Indonesia.** Dian Rakyat. Jakarta.
- Setiawan, H. 2008. **Pemanfaatan Hutan Mangrove untuk Cadangan Pangan Masyarakat Pesisir.** Majalah Penyuluhan Kehutanan Komunikasi Edukasi Wana Lestari. Jakarta
- Sethpakdee, S. 1992. **Citrus aurantifolia, in: Edible Fruit and Nut: Prosea Plant Resources of South East Asia 2,** Verheij. E.W.M and Conorel R.E (Eds), 126-128
- Siregar, P.M. 2010. **Penentuan Kadar Logam Fe, Zn, Cu, Pb, dan N-total di dalam Sedimen yang Terdapat di Sepanjang Pantai Pangabatan, Hutaginjang, Silima Lombu, dan Tambun Sukkean di Danau Toba.** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan
- Siswanto, D. 2001. **Respon Pertumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.), Jagung (*Zea mays* L.), dan Kacang Tolo (*Vigna sinensis* L.) terhadap Pencemar Timbal (Pb).** Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Malang

- Siswari, R.L.S. 2008. **From Probolinggo with "Makanan Mangrove". Pemanfaatan Hutan Mangrove untuk Cadangan Pangan Masyarakat Pesisir.** Majalah Penyuluhan Kehutanan Komunikasi Edukasi Wana Lestari. Jakarta
- Sitepu, M.J. 2009. **Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu.** P.T. Pradnya Pramita, Jakarta.
- SNI. 2008. **Standar Nasional Indonesia Tepung Sagu.** <http://www.bsn.go.id>
- Soekarto, S. T. 1985. **Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian.** Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Suarni. 2009. **Prospek Pemanfaatan Tepung Jagung Untuk Kue Kering (Cookies).** Jurnal Litbang Pertanian. Jakarta
- Sudarmadji, S.B, Haryadi dan Suhardi. 1996. **Analisa Bahan Pangan dan Pertanian. Liberty.** Yogyakarta.
- _____. 2003. **Prosedur Analisa Bahan Pangan dan Pertanian.** Liberty. Yogyakarta
- Sudarmaji, J.Mukono, Corie I.P, 2006. **Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap kesehatan.** Jurnal kesehatan lingkungan, Vol. 2, No.2.
- Sumardi. J.A dan B. B Sasmito. 2007. **Petunjuk Praktikum Metode Analisa dan Manajemen Laboratorium.** Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Malang
- Sunyoto. 2008. **Pengembangan dan Pemanfaatan Hutan Mangrove.** Media Cipta Raya. Jakarta.
- Susanto, Y. M.Si. (2010). **Prinsip Dasar Atomic Absorption Spectrometry.** Bandung: Pusat Penelitian Kimia-LIPI. hal. 7.
- Sutoto. 2007. **Studi Efek Iradiasi Untuk Pengolahan Limbah Sianida Industri Pertambangan Emas.** Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. Batan

- Tarumingkeng, C.R dan Coto Zahrial. 2003. **Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium dan Tembaga) di Perairan.** Makalah Pribadi Pengantar Ke Falsafah Sains (PPS702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor.
- Toha, A.H.A. 2001. **Biokimia : Metabolisme Biomolekul.** Penerbit Alfabeta. Bandung
- Tomlinson, P.B. 1996. **The Botany of Mangrove.** Cambridge University Press.
- Vicar. 2008. **Mendesak Penyelamatan Mangrove Jawa Timur.** http://www.ecoton.or.id/tulisan_lengkap_php?id=1886. Diakses tanggal 19 November 2009.
- Wardhayani, S. 2006. **Analisis Risiko Pencemaran Bahan Toksik Timbal (Pb) Pada Sapi Potong Di Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Jatibarang Semarang.** Universitas Diponegoro Semarang
- Whimpey, J. 2007. **Kue Klepon Ternyata Bisa Dibuat Dari Buah Mangrove!.** Jim Whimpey. Blog pada WordPress.com. Diakses 22 Agustus 2007.
- Widagda, I.P.W. 2010. http://wahyubelut.blogspot.com/201004_01_archive.html. **Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) Lokal Singaraja sebagai Alternatif Penyerap Logam Berat Timbal (Pb).** Diakses 18 April 2011
- Wijayanti, E.D. 2010. **Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Api-Api (Avicennia marina) Terhadap Resorpsi Embrio, Berat Badan Dan Panjang Badan Janin Mencit (Mus musculus).** Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan.** PT Gramedia. Jakarta
- Winarno, F.G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi.** PT. Gramedia. Jakarta
- Wisnubroto, D.S. 2002. **Pengolahan Logam Berat dari Limbah Cair dengan Tanin.** Jurnal Penelitian Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif. Jakarta.
- Yitnosumarto, S. 1993. **Percobaan Perancangan, Analisis dan Interpretasinya.** PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Yuningsih. 2009. **Kandungan Dan Stabilitas Sianida Dalam Tanaman Picung (Pangium edule) Serta Pemanfaatannya.** Balai Besar Penelitian Veterier. Bogor
- Zuhra, C. F. 2006. **Cita Rasa (Flavor).** Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Medan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram alir Pembuatan Tepung Mangrove *Avicennia marina*



Gambar 27. Prosedur Pembuatan Tepung Mangrove *Avicennia marina*

Lampiran 2. Data dan Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Pb

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
Kontrol	1.80	1.72	1.82	1.79	7.13	1.78
A	0.49	0.55	0.46	0.45	1.95	0.49
B	0.44	0.46	0.38	0.40	1.68	0.42
C	0.38	0.41	0.38	0.36	1.53	0.38
D	0.30	0.35	0.27	0.32	1.24	0.31
E	0.27	0.33	0.25	0.24	1.09	0.27

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	5	6.72608	1.34522	957.07	2.77
Galat	16	6.72608	0.00141		
Total	23	6.75138			

Analisis Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
0	4	1.7825	0.0435	(*)
120	4	0.4875	0.0450	(*)
150	4	0.4200	0.0365	(*)
180	4	0.3825	0.0206	(*)
210	4	0.3100	0.0337	(*)
240	4	0.2725	0.0403	(*)

0.40 0.80 1.20 1.60

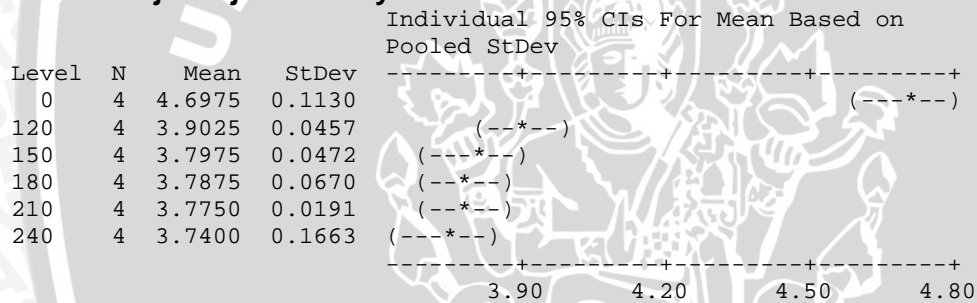
Lampiran 3. Data dan Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar pH

Perlakuan	Ulangan				Total	Rerata
	1	2	3	4		
Kontrol	4.56	4.73	4.83	4.67	18.79	4.70
A	3.95	3.85	3.93	3.88	15.61	3.90
B	3.73	3.83	3.80	3.83	15.19	3.80
C	3.84	3.85	3.72	3.74	15.15	3.79
D	3.78	3.76	3.80	3.76	15.1	3.78
E	3.56	3.95	3.78	3.67	14.96	3.74

Analisis Sidik Ragam

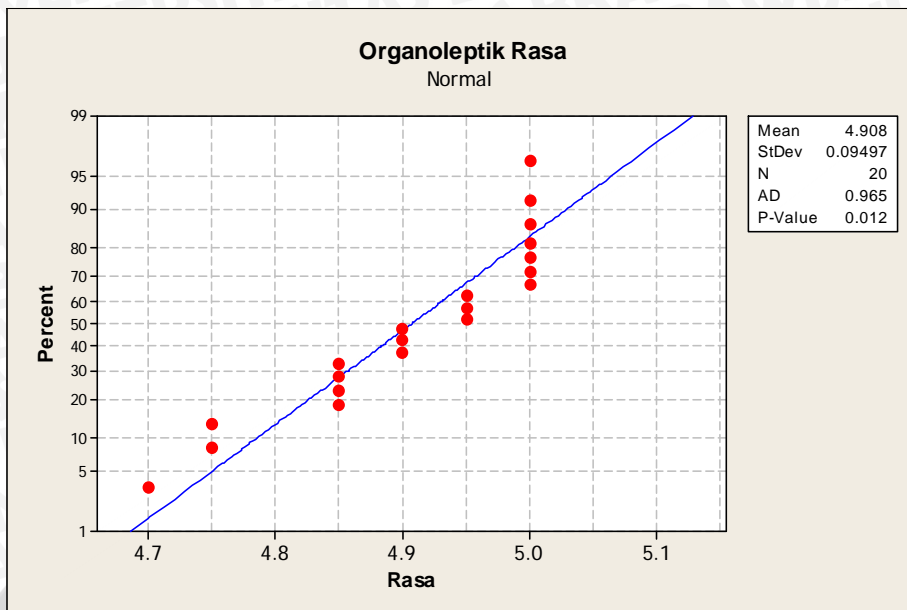
SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	5	2.74160	0.54832	66.33	2.77
Galat	18	0.14880	0.00827		
Total	23	2.89040			

Analisis Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil



Lampiran 4. Data dan Analisis Kruskal Wallis Rasa

Perlakuan Rasa	Panelis																				Rata - Rata	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
A1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	4.98
A2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4.90	
A4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	
A4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	
B1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.95	4.93
B2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	
B4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.85	
B4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4.90	
C1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	4.90
C2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	4	4.75	
C4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.90	
C4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.95	
D1	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.85	4.89
D2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4.85	
D4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.85	
D4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	
E1	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4.75	4.85
E2	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.70	
E4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	
E4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4.95	



One-way ANOVA: Rasa versus Lama Perendaman

Source	DF	SS	MS	F	P
Lama Perendaman	4	0.03450	0.00863	0.95	0.465
Error	15	0.13688	0.00913		
Total	19	0.17138			

S = 0.09552 R-Sq = 20.13% R-Sq(adj) = 0.00%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI
1	4	4.9750	0.0500	(---*---)
2	4	4.9250	0.0645	(---*---)
3	4	4.9000	0.1080	(---*---)
4	4	4.8875	0.0750	(---*---)
5	4	4.8500	0.1472	(---*---)

Pooled StDev = 0.0955

Kruskal-Wallis Test: Rasa versus Lama Perendaman

Kruskal-Wallis Test on Rasa

Lama Perendaman	N	Median	Ave Rank	Z
1	4	5.000	15.0	1.70
2	4	4.925	10.9	0.14
3	4	4.925	10.1	-0.14
4	4	4.850	8.4	-0.80
5	4	4.850	8.1	-0.90
Overall	20		10.5	

H = 3.51 DF = 4 P = 0.477

H = 3.72 DF = 4 P = 0.446 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Lampiran 5. Data dan Hasil Analisis Terbaik (Zeleny, 1982)



Air Rendaman

Ulangan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	0.63	0.69	0.72	0.79	0.81
2	0.60	0.72	0.76	0.77	0.79
3	0.55	0.66	0.73	0.74	0.81
4	0.64	0.67	0.70	0.77	0.80
Rerata	0.605	0.685	0.728	0.768	0.803

Air Cucian

Ulangan	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	0.44	0.47	0.52	0.52	0.57
2	0.45	0.49	0.51	0.60	0.63
3	0.41	0.45	0.54	0.62	0.66
4	0.45	0.46	0.48	0.60	0.62
Rerata	0.438	0.468	0.513	0.585	0.620

Analisis Terbaik (Zeleny, 1982)

Parameter	A (120')	B (150')	C (180')	D (210')	E (240')
air rendaman	0.605	0.685	0.728	0.768	0.803
air cucian	0.438	0.468	0.513	0.590	0.620
tepung	0.490	0.420	0.378	0.310	0.270
dk air rendaman	1.000	0.883	0.831	0.788	0.753
dk air cucian	1.000	0.936	0.854	0.742	0.706
dk tepung	0.551	0.643	0.714	0.871	1.000
L1					
Λ	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330
air rendaman	0.330	0.291	0.274	0.260	0.249
air cucian	0.330	0.309	0.282	0.245	0.233
Tepung	0.182	0.212	0.236	0.287	0.330
Jumlah	0.842	0.812	0.792	0.792	0.812
L1	0.158	0.188	0.208	0.208	0.188
L2					
air rendaman	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007
air cucian	0.000	0.000	0.002	0.007	0.009
Tepung	0.022	0.014	0.009	0.002	0.000
L2	0.022	0.016	0.014	0.014	0.016

L maksimal

air rendaman	0.000	0.039	0.056	0.070	0.081
air cucian	0.000	0.021	0.048	0.085	0.097
tepung	0.148	0.118	0.094	0.043	0.000
L maksimal	0.148	0.118	0.094	0.085	0.097
HASIL					
L1	0.158	0.188	0.208	0.208	0.188
L2	0.022	0.016	0.014	0.014	0.016
L maksimal	0.148	0.118	0.094	0.085	0.097
Jumlah	0.328	0.321	0.317	0.307	0.301



Lampiran 6. Data dan Hasil Analisis Proksimat, Tanin dan HCN

Kadar Air (%)		
Ulangan	Kontrol	240 menit
1	3.95	3.85
2	3.75	3.6
3	3.83	3.78
4	3.79	3.72
Rerata	3.83	3.74

Kadar Protein (%)		
Ulangan	Kontrol	240 menit
1	4.65	2.91
2	4.72	2.79
3	4.58	2.72
4	4.63	2.83
Rerata	4.65	2.81

Kadar Abu (%)		
Ulangan	Kontrol	240 menit
1	1.9	1.75
2	1.85	1.6
3	1.95	1.83
4	1.87	1.68
Rerata	1.89	1.72

Kadar Karbohidrat (%)		
ulangan	kontrol	240 menit
1	86.07	84.69
2	86.79	85.43
3	87.84	83.58
4	86.54	83.27
Rerata	86.81	84.24

Kadar Lemak (%)		
Ulangan	Kontrol	240 menit
1	1.8	1.4
2	1.75	1.33
3	1.9	1.45
4	1.82	1.37
Rerata	1.82	1.39

Kadar HCN (ppm)		
ulangan	kontrol	240 menit
1	10.18	5.36
2	9.98	5.43
3	10.32	5.22
4	10.25	5.4
Rerata	10.18	5.35

Kadar Tanin (ppm)		
Ulangan	Kontrol	240 menit
1	759	337
2	758	348
3	756	345
4	757	346
Rerata	757.50	344.00

Lampiran 7. Gambar Penelitian Pendahuluan



Gambar 28. Pohon *Avicennia marina*



Gambar 32. Air



Gambar 29. Lingkungan *Avicennia marina*



Gambar 33. Tanah



Gambar 30. Bunga *Avicennia marina*



Gambar 34. Akar



Gambar 31. Sedimen



Gambar 35. Kulit Batang



Gambar 36. Daun Tua



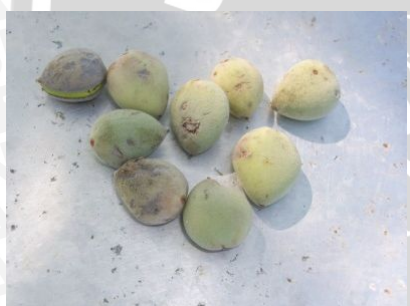
Gambar 40. Lapisan 1 Buah



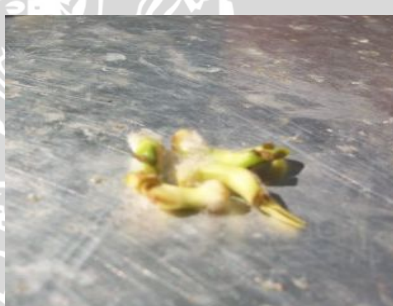
Gambar 37. Daun Muda



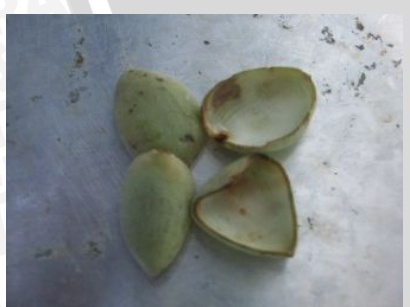
Gambar 41. Lapisan 2 Buah



Gambar 38. Buah Utuh



Gambar 42. Putik Buah



Gambar 39. Kulit Buah

Lampiran 8. Proses Pembuatan Tepung Buah Mangrove (*Avicennia marina*)



Gambar 43. Buah *Avicennia marina*



Gambar 44. Buah yang dimemarkan



Gambar 45. Proses perebusan



Gambar 46. Proses penirisan



Gambar 47. Air rebusan



Gambar 48. Perendaman dengan larutan jeruk nipis



Gambar 49. Air Rendaman



Gambar 50. Proses Pencucian



Gambar 51. Air Cucian



Gambar 52. Proses Pengovenan



Gambar 53. Hasil Pengovenan



Gambar 54. Proses Penghalusan



Gambar 55. Proses Pengayakan



Gambar 56. Tepung Buah Mangrove

Lampiran 9. Data Hasil analisis Penelitian Pendahuluan



**KEMENTRIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341)575838 MALANG 65145**

ha

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : Tn.74/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2011

8. **Data Konsumen**
 Nama Konsumen : Yuniar Arum Hartanti
 Instansi : -
 Alamat : Jl. Kertoraharjo no.65 Ketawanggede Malang
 Telepon : 085790885999
 Status : Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 Keperluan Analisis : Uji Kualitas
9. **Sampling Dilakukan** : Oleh Konsumen
10. **Identifikasi Sampel**
 Nama Sampel : Tanaman Mangrove Avicennia marina
 Wujud : Padatan dan cairan
 Warna : Hijau
 Bentuk : Buahhan
11. **Prosedur Analisa** : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA
 Unibraw Malang
12. **Penyampaian Laporan Hasil Analisis** : -
13. **Tanggal Terima Sampel** : 18 Desember 2010
14. **Data Hasil Analisa** :

Padatan

Parameter	No.	Kode	Hasil Analisa		Metode Analisa	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	1.	Tanah	4,38 ± 0,0161	ppm	HNO ₃	AAS
	2.	D. Muda	0,41 ± 0,0015	ppm		
	3.	D. Tua	0,95 ± 0,0035	ppm		
	4.	Batang	2,34 ± 0,0086	ppm		
	5.	Akar	1,66 ± 0,0061	ppm		
	6.	KBHB	2,29 ± 0,0084	ppm		
	7.	KBHA	1,66 ± 0,0061	ppm		
	8.	KBT	2,86 ± 0,0105	ppm		
	9.	BL1B	1,82 ± 0,0067	ppm		
	10.	BL2B	1,66 ± 0,0061	ppm		
	11.	BL1A	1,33 ± 0,0049	ppm		
	12.	BL2A	0,87 ± 0,0032	ppm		
	13.	TB	4,68 ± 0,0172	ppm		
	14.	TA	4,01 ± 0,0147	ppm		
	15.	Sedimen	13,54 ± 0,0513	ppm		
	16.	TRBRD	0,74 ± 0,0027	ppm		
	17.	TRDRB	0,95 ± 0,0035	ppm		
	19.	Buah Segar	1,50 ± 0,0056	ppm		
	20.	Dimemarkan	0,44 ± 0,0061	ppm		
	21.	Utuh	0,75 ± 0,0064	ppm		
	22.	Diiris tipis	0,61 ± 0,0042	ppm		



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341)575838 MALANG 65145**

	23.	Dibelah 4	$0,83 \pm 0,0068$	ppm	HNO ₃	AAS
	24.	Kontrol	$1,96 \pm 0,0072$	ppm		
	25.	JN (30°)	$0,87 \pm 0,0032$	ppm		
	26.	JN (60°)	$0,71 \pm 0,0026$	ppm		
	27.	JN (90°)	$0,54 \pm 0,0020$	ppm		
	28.	JN (120°)	$0,49 \pm 0,0018$	ppm		
Kadar Air	29.	Buah Segar	34,88	%		Thermogravimetri
Kadar Abu	30.	Buah Segar	1,32	%		Thermogravimetri
Kadar Lemak	31.	Buah Segar	1,80	%	Petroleum eter	Goldfisch
Kadar Protein	32.	Buah Segar	3,90	%	NaOH	Titration Formol
Kadar Karbohidrat	33.	Buah Segar	50,82	%		Spektrofotometer
Kadar HCN	34.	Buah Segar	8,37	ppm	AgNO ₃	Agritometri
Kadar Tanin	35.	Buah Segar	689	ppm	KMnO ₄	T. Vol.Iodometri

Cairan

Parameter	No.	Kode	Hasil Analisa		Metode Analisa	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	1.	Air	$0,215 \pm 0,0037$	ppm	HNO ₃	AAS
	2.	ARB-RBRD	$0,47 \pm 0,0081$	ppm		
	3.	ARD-RBRD	$0,30 \pm 0,0052$	ppm		
	4.	ARB-RDRB	$0,63 \pm 0,0109$	ppm		
	5.	ARD-RDRB	$0,40 \pm 0,0069$	ppm		
	6.	ARD (30')	$0,45 \pm 0,0077$	ppm		
	7.	ARD (60')	$0,52 \pm 0,0089$	ppm		
	8.	ARD (90')	$0,59 \pm 0,0102$	ppm		
	9.	ARD (120')	$0,62 \pm 0,0107$	ppm		
	10.	ARB	$0,10 \pm 0,0017$	ppm		
	11.	ARC (30')	$0,25 \pm 0,0043$	ppm		
	12.	ARC (60')	$0,26 \pm 0,0044$	ppm		
	13.	ARC (90')	$0,40 \pm 0,0068$	ppm		
	14.	ARC (120')	$0,42 \pm 0,0072$	ppm		

Catatan :

- Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo.
- Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua Jurusan
[Signature]
Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 196304041987 01 1 001

Malang, 05 Januari 2011
Kalab. Lingkungan

[Signature]
Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
NIP. 196005041986 03 1 003



Lampiran 10. Data Hasil analisis Penelitian Utama



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341)575838 MALANG 65145**

ha
LAPORAN HASIL ANALISA

NO : Tn.82/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2011

1. **Data Konsumen**
 Nama Konsumen : Yuniar Arum Hartanti
 Instansi : -
 Alamat : Jl. Kertoraharjo no.65 Ketawanggede Malang
 Telepon : 085790885999
 Status : Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. **Sampling Dilakukan** : Oleh Konsumen
3. **Identifikasi Sampel**
 Nama Sampel : Tanaman
 Wujud : Padatan dan cairan
 Warna : Hijau
 Bentuk : Buahhan
4. **Prosedur Analisa** : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Unibraw Malang
5. **Penyampaian Laporan Hasil Analisis** : -
6. **Tanggal Terima Sampel** : 19 Januari 2011
7. **Data Hasil Analisa** :

Padatan

Parameter	No.	Kode	Hasil Analisa		Metode Analisa	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	1.	K1	1,8 ± 0,0066	ppm	HNO ₃	AAS
	2.	K2	1,72 ± 0,0063	ppm		
	3.	K3	1,82 ± 0,0067	ppm		
	4.	K4	1,79 ± 0,0065	ppm		
	5.	A1	0,49 ± 0,0018	ppm		
	6.	A2	0,55 ± 0,0020	ppm		
	7.	A3	0,46 ± 0,0017	ppm		
	8.	A4	0,45 ± 0,0016	ppm		
	9.	B1	0,44 ± 0,0016	ppm		
	10.	B2	0,46 ± 0,0017	ppm		
	11.	B3	0,38 ± 0,0014	ppm		
	12.	B4	0,40 ± 0,0015	ppm		
	13.	C1	0,39 ± 0,0014	ppm		
	14.	C2	0,41 ± 0,0015	ppm		
	15.	C3	0,38 ± 0,0018	ppm		
	16.	C4	0,36 ± 0,0014	ppm		
	17.	D1	0,30 ± 0,0011	ppm		
	18.	D2	0,35 ± 0,0013	ppm		
	19.	D3	0,27 ± 0,0010	ppm		





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341)575838 MALANG 65145**

	20.	D4	$0,32 \pm 0,0012$	ppm		
	21.	E1	$0,27 \pm 0,0010$	ppm		
	22.	E2	$0,33 \pm 0,0012$	ppm		
	23.	E3	$0,25 \pm 0,0010$	ppm		
	24.	E4	$0,24 \pm 0,0009$	ppm		
Kadar Abu	1.	K1	1,90	%		Thermo- gravimetri
	2.	K2	1,85	%		
	3.	K3	1,95	%		
	4.	K4	1,87	%		
	5.	E1	1,75	%		
	6.	E2	1,60	%		
	7.	E3	1,83	%		
	8.	E4	1,68	%		
Kadar Air	1.	K1	3,95	%		Thermo- gravimetri
	2.	K2	3,75	%		
	3.	K3	3,83	%		
	4.	K4	3,79	%		
	5.	E1	3,85	%		
	6.	E2	3,60	%		
	7.	E3	3,78	%		
	8.	E4	3,72	%		
Kadar Protein	1.	K1	4,65	%	NaOH	Titrisi Formol
	2.	K2	4,72	%		
	3.	K3	4,58	%		
	4.	K4	4,74	%		
	5.	E1	2,91	%		
	6.	E2	2,79	%		
	7.	E3	2,72	%		
	8.	E4	2,83	%		
Kadar Lemak	1.	K1	1,80	%	Pertoleum eter	Goldfish
	2.	K2	1,75	%		
	3.	K3	1,90	%		
	4.	K4	1,82	%		
	5.	E1	1,40	%		
	6.	E2	1,33	%		
	7.	E3	1,45	%		
	8.	E4	1,37	%		
Kadar Karbo- hidrat	1.	K1	82,91	%		Spektrofoto- meter
	2.	K2	82,33	%		
	3.	K3	83,15	%		
	4.	K4	82,46	%		
	5.	E1	86,37	%		
	6.	E2	85,47	%		
	7.	E3	87,25	%		
	8.	E4	85,81	%		
Kadar Asam	1.	K1	10,18	ppm	AgNO ₃	Agritrometri
	2.	K2	9,98	ppm		





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341)575838 MALANG 65145**

Sianida (HCN)	3.	K3	10,32	ppm	KMnO ₄	Titrasi Volumetri Iodometri
	4.	K4	10,25	ppm		
	5.	E1	5,36	ppm		
	6.	E2	5,43	ppm		
	7.	E3	5,22	ppm		
	8.	E4	5,40	ppm		
Kadar Tanin	1.	K1	759	ppm		
	2.	K2	758	ppm		
	3.	K3	756	ppm		
	4.	K4	757	ppm		
	5.	E1	337	ppm		
	6.	E2	348	ppm		
	7.	E3	345	ppm		
	8.	E4	346	ppm		

Cairan

Parameter	No.	Kode	Hasil Analisa		Metode Analisa			
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode		
Pb (Timbal)	ARD						HNO ₃	AAS
	1.	ARD1 (120°)	0,63 ± 0,0108	ppm				
	2.	ARD1 (150°)	0,69 ± 0,0119	ppm				
	3.	ARD1 (180°)	0,72 ± 0,0124	ppm				
	4.	ARD1 (210°)	0,79 ± 0,0136	ppm				
	5.	ARD1 (240°)	0,81 ± 0,0139	ppm				
	6.	ARD2 (120°)	0,60 ± 0,0103	ppm				
	7.	ARD2 (150°)	0,72 ± 0,0123	ppm				
	8.	ARD2 (180°)	0,76 ± 0,0130	ppm				
	9.	ARD2 (210°)	0,77 ± 0,0133	ppm				
	10.	ARD2 (240°)	0,79 ± 0,0136	ppm				
	11.	ARD3 (120°)	0,55 ± 0,0095	ppm				
	12.	ARD3 (150°)	0,66 ± 0,0113	ppm				
	13.	ARD3 (180°)	0,73 ± 0,0125	ppm				
	14.	ARD3 (210°)	0,74 ± 0,0128	ppm				
	15.	ARD3 (240°)	0,81 ± 0,0140	ppm				
	16.	ARD4 (120°)	0,64 ± 0,0112	ppm				
	17.	ARD4 (150°)	0,67 ± 0,0114	ppm				
	18.	ARD4 (180°)	0,70 ± 0,0121	ppm				
	19.	ARD4 (210°)	0,77 ± 0,0133	ppm				
	20.	ARD4 (240°)	0,80 ± 0,0139	ppm				
	AC							
	21.	AC1 (120°)	0,44 ± 0,0074	ppm				
	22.	AC1 (150°)	0,47 ± 0,0080	ppm				
	23.	AC1 (180°)	0,52 ± 0,0090	ppm				
	24.	AC1 (210°)	0,57 ± 0,0098	ppm				
	25.	AC1 (240°)	0,60 ± 0,0103	ppm				
26.	AC2 (120°)	0,45 ± 0,0078	ppm					
27.	AC2 (150°)	0,49 ± 0,0084	ppm					





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341)575838 MALANG 65145**

28.	AC2 (180°)	0,51 ± 0,0087	ppm	HNO ₃	AAS
29.	AC2 (210°)	0,60 ± 0,0103	ppm		
30.	AC2 (240°)	0,63 ± 0,0108	ppm		
31.	AC3 (120°)	0,41 ± 0,0070	ppm		
32.	AC3 (150°)	0,45 ± 0,0078	ppm		
33.	AC3 (180°)	0,54 ± 0,0093	ppm		
34.	AC3 (210°)	0,62 ± 0,0107	ppm		
35.	AC3 (240°)	0,66 ± 0,0113	ppm		
36.	AC4 (120°)	0,45 ± 0,0078	ppm		
37.	AC4 (150°)	0,46 ± 0,0080	ppm		
38.	AC4 (180°)	0,48 ± 0,0082	ppm		
39.	AC4 (210°)	0,60 ± 0,0103	ppm		
40.	AC4 (240°)	0,62 ± 0,0107	ppm		
ARB					
41.	ARB1	0,08 ± 0,0013	ppm		
42.	ARB2	0,04 ± 0,0007	ppm		
43.	ARB3	0,06 ± 0,0010	ppm		
44.	ARB4	0,09 ± 0,0015	ppm		

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo.
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua Jurusan

Dr. P. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 196304041987 01 1 001

Malang, 14 Maret 2011
Kalab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
NIP. 196005041986 03 1 003

