

**PENURUNAN TIMBAL (Pb) TEPUNG BUAH MANGROVE
Avicennia marina DENGAN PERENDAMAN LARUTAN ASAM JAWA
(*Tamarindus indica* Linn) PADA KONSENTRASI YANG BERBEDA**

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

Oleh :
**ALIFIA MEGA BESTARI
NIM. 105080300111024**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENURUNAN TIMBAL (Pb) TEPUNG BUAH MANGROVE
Avicennia marina DENGAN PERENDAMAN LARUTAN ASAM JAWA
(*Tamarindus indica* Linn) PADA KONSENTRASI YANG BERBEDA**

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

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**ALIFIA MEGA BESTARI
NIM. 105080300111024**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENURUNAN TIMBAL (Pb) TEPUNG BUAH MANGROVE
Avicennia marina DENGAN PERENDAMAN LARUTAN ASAM JAWA
(*Tamarindus indica* Linn) PADA KONSENTRASI YANG BERBEDA**

Oleh:

ALIFIA MEGA BESTARI

NIM. 105080300111024

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 15 Januari 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS)

NIP. 19570119 198601 1 001

Dosen Penguji II

(Ir. Darius, M.Biotech)

NIP. 19500531 198103 1 003

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS)

NIP. 19591005 198503 1 004

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP)

NIP. 19581231 198601 2 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilueng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Januari 2015
Mahasiswa

Alifia Mega Bestari

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkah, rahmat-Nya, penulis bisa menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan sebaik mungkin. Laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Nur Jannah dan Bapak Subandi, kedua orangtua yang begitu hebat dalam mendukung putrinya selama ini. Terima kasih untuk doa dan semangat yang tak ternilai besarnya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan untuk mahasiswanya agar bisa menjadi Sarjana yang tak hanya baik dalam akademisnya tapi juga dalam perilakunya.
3. Ibu Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dengan penuh kesabaran sejak pembuatan usulan skripsi sampai terselesaikannya rangkaian ujian Skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS selaku dosen penguji I dan Bapak Ir. Darius, M.Biotech selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
5. Adik Bahtria Elsa Kartika dan Adik Muhammad Effendi Zarkasyi, serta keluarga besar yang telah memberikan semangat dan dukungan tak ternilai.

6. Tim KUMIS. Faizatul Muniroh, Haris Rahmadien, Rizky Dyah Mentari, Dinaino Nabiu, Refa Zain Arsyadana, Nelli Dwi Jayanti, Adi Citra Prabowo, Pinctada Putri Pamungkas, Melida Khatma, Gamaditya Novendo Hasmyi, Bobby Satyawan DH. Akhirnya skripsi ini selesai bersama kalian. Marah, susah, sedih, tangis, tawa, bahagia kita bagi bersama. Kalian memang luar biasa teman.
7. Umi Sulifah, Nita Marsha dan Helda Dewi Arindah. Kalian Roommate yang penuh warna yang selalu memberi dukungan dalam suka dan duka.
8. RANGER dan Warga THP 2010 tercinta. Terima kasih telah menemani 4 tahun ini. Semoga komunikasi kita tetap terjalin dan bertemu kembali saat sukses nanti.
9. Kuma sayang yang selalu mengerti dan memahami. Terima kasih untuk selalu ada dalam kondisi apapun.
10. Semua pihak yang terlibat dalam proses Skripsi dari awal hingga akhir. Bantuan sekecil apapun dari kalian sangatlah berarti, terima kasih.
Laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap laporan skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, Januari 2015

Penulis

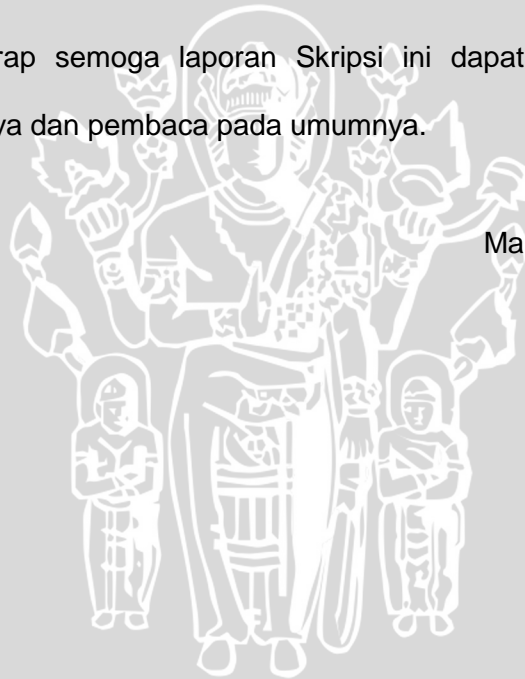
KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT. Sholawat serta salam senantiasa kita sanjungkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan Judul “Penurunan Timbal (Pb) Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* Dengan Perendaman Larutan Asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn) Pada Konsentrasi Yang Berbeda”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Penulis berharap semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Januari 2015

Penulis



RINGKASAN

ALIFIA MEGA BESTARI (105080300111024). Penurunan Timbal (Pb) Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* Dengan Perendaman Larutan Asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn) Pada Konsentrasi Yang Berbeda (Di bawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS dan Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP**)

Mangrove jenis api-api (*Avicennia marina*) untuk dijadikan bahan makanan harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan di dalam buah jenis ini mempunyai kandungan toksik yang cukup berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia. Selain itu pengolahan ini dimaksudkan untuk menghilangkan kadar garam yang terkandung dalam buah. Namun apabila diolah dengan baik maka buah ini aman untuk dikonsumsi. Kualitas tepung sangat ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya kadar Pb maksimal 1 ppm. Dengan kandungan Pb tepung mangrove dibawah 1 ppm, maka tepung mangrove tersebut layak dikonsumsi manusia. Asam jawa terdiri dari asam organik seperti mengandung asam tartarat 12-18% dan asam sitrat 15%. Kedua Asam tersebut memiliki gugus karboksil yang sangat efektif sebagai pengikat logam (*chelating agent*). Tujuan dari penelitian ini yaitu Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan asam jawa terhadap kandungan Pb tepung *Avicennia marina* dan untuk mengetahui konsentrasi optimal larutan asam jawa sehingga dapat menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan kadar Pb paling rendah.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – September 2014.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode eksperimen. Tujuan dari penelitian eksperimen ialah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada kelompok eksperimen

Hasil analisis Pb menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi larutan asam jawa 25% (perlakuan terbaik) dapat menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan nilai reduksi terbesar yakni 69% dan kandungan Pb paling rendah yaitu 0,30 ppm dengan kadar karbohidrat 86,45%; kadar air 4,81%; kadar protein 3,75%; kadar lemak 0,47%; kadar abu 1,12% dan kadar tanin 239 ppm.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| UCAPAN TERIMA KASIH | v |
| KATA PENGANTAR | vii |
| RINGKASAN | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| | |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Kegunaan Penelitian..... | 5 |
| 1.5 Tempat dan waktu Penelitian..... | 5 |
| | |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Mangrove Api-Api | 6 |
| 2.2 Tepung Buah Mangrove | 8 |
| 2.3 Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i>)..... | 10 |
| 2.4 Asam pada Asam Jawa | 13 |
| 2.5 Logam Berat Timbal (Pb)..... | 14 |
| 2.6 Dampak logam Berat Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan..... | 16 |
| 2.7 Mekanisme Perjalanan Logam Berat pada Mangrove..... | 17 |
| 2.8 Mekanisme Pengikatan Logam Berat Timbal (Pb) Oleh Asam Sitrat | 18 |
| 2.9 Tanin | 19 |
| 2.10 Metode AAS | 20 |
| 2.11 Pembuatan Tepung Buah Mangrove | 21 |
| | |
| 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Materi Penelitian | 23 |
| 3.1.1 Bahan | 23 |
| 3.1.2 Alat | 23 |
| 3.2 Metode Penelitian | 24 |
| 3.2.1 Metode | 24 |
| 3.2.2 Variabel | 24 |
| 3.3 Prosedur Penelitian | 24 |
| 3.3.1 Penelitian Pendahuluan I | 25 |
| 3.3.2 Penelitian Pendahuluan II | 25 |
| 3.3.3 Penelitian Utama | 25 |
| 3.4 Analisis Data..... | 26 |
| 3.5 Proses Pembuatan Tepung Mangrove..... | 28 |
| 3.5.1 Persiapan Bahan | 28 |
| 3.5.2 Perebusan | 29 |
| 3.5.3 Penirisan I..... | 29 |
| 3.5.4 Perendaman dengan Penambahan Larutan Asam Jawa | 29 |
| 3.5.5 Penirisan II..... | 29 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.5.6 | Pencucian..... | 29 |
| 3.5.7 | Penirisan III..... | 30 |
| 3.5.8 | Pengeringan | 30 |
| 3.5.9 | Penepungan | 30 |
| 3.5.10 | Pengayakan..... | 31 |
| 3.6 | Prosedur Analisis Parameter Uji | 31 |
| 3.6.1 | Analisis Logam Berat (Pb) Metode AAS | 31 |
| 3.6.2 | Analisis Kadar Air (Thermogravimetri) | 31 |
| 3.6.3 | Analisis Kadar Protein (Titration Formol)..... | 32 |
| 3.6.4 | Analisis Kadar Lemak (Metode Goldfisc) | 32 |
| 3.6.5 | Analisis Kadar Abu (Metode Kering) | 33 |
| 3.6.6 | Analisis Tanin | 33 |
| 3.7 | Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Zeleny | 34 |
| 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 36 |
| 4.1 | Hasil Penelitian..... | 36 |
| 4.1.1 | Penelitian Pendahuluan | 36 |
| 4.1.1.1 | Penelitian Pendahuluan I..... | 36 |
| 4.1.1.2 | Penelitian Pendahuluan II..... | 37 |
| 4.1.2 | Penelitian Utama | 38 |
| 4.2 | Perlakuan Terbaik..... | 39 |
| 4.3 | Pembahasan Parameter Kimia | 39 |
| 4.3.1 | Kadar Pb..... | 39 |
| 4.3.2 | Kadar Karbohidrat..... | 42 |
| 4.3.3 | Kadar Air..... | 44 |
| 4.3.4 | Kadar Protein..... | 46 |
| 4.3.5 | Kadar Lemak | 49 |
| 4.3.6 | Kadar Abu..... | 50 |
| 4.3.7 | Kadar Tanin..... | 52 |
| 4.4 | Uji Organoleptik | 54 |
| 4.4.1 | Rasa | 54 |
| 4.4.2 | Aroma..... | 56 |
| 5. | KESIMPULAN DAN SARAN | 58 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 58 |
| 5.2 | Saran..... | 58 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 59 |
| | LAMPIRAN..... | 64 |

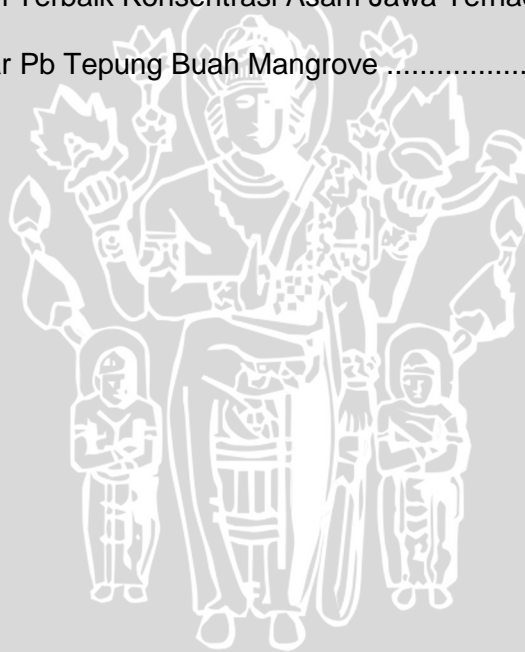
DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. <i>Avicennia marina</i> | 7 |
| 2. Struktur Molekul Asam Sitrat..... | 13 |
| 3. Struktur Molekul Asam Tartrat..... | 14 |
| 4. Timbal..... | 15 |
| 5. Mekanisme Pengikatan Logam Berat Pb oleh Asam Sitrat..... | 19 |
| 6. Struktur Tanin..... | 20 |
| 7. Grafik Regresi Antara Perbedaan Perlakuan Konsentrasi Larutan Asam Jawa Terhadap Kadar Pb..... | 41 |
| 8. Diagram Hasil Pengujian Kadar Karbohidrat..... | 43 |
| 9. Diagram Hasil Pengujian Kadar Air..... | 45 |
| 10. Diagram Hasil Pengujian Kadar Protein..... | 47 |
| 11. Diagram Hasil Pengujian Kadar Lemak..... | 49 |
| 12. Diagram Hasil Pengujian Kadar Abu..... | 51 |
| 13. Diagram Hasil Pengujian Kadar Tanin..... | 53 |
| 14. Rata-rata Nilai Aroma Tepung Mangrove Api-Api..... | 55 |
| 15. Rata-rata Nilai Rasa Tepung Mangrove Api-Api..... | 56 |



DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Komposisi Gizi buah mangrove | 8 |
| 2. Komposisi Gizi Tepung Mangrove | 9 |
| 3. Syarat Mutu Tepung Sebagai Bahan Makanan | 10 |
| 4. Komposisi kimia Asam Jawa dalam 100 g Bahan | 12 |
| 5. Jenis Asam Pada Asam Jawa | 12 |
| 6. Sifat Fisik Asam Sitrat | 13 |
| 7. Perlakuan Penelitian Utama | 26 |
| 8. Model Rancangan Percobaan Yang Digunakan | 27 |
| 9. Nilai Ideal Parameter Perlakuan Terbaik | 34 |
| 10. Kadar Pb Buah <i>Avicennia marina</i> Penelitian Pendahuluan I | 36 |
| 11. Analisis Proksimat Buah Mangrove (<i>Avicennia marina</i>) Penelitian Pendahuluan I | 37 |
| 12. Kadar Pb Tepung <i>Avicennia marina</i> Penelitian Pendahuluan II | 37 |
| 13. Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jawa Terhadap Kadar Pb | 38 |
| 14. Hasil Perlakuan Terbaik Konsentrasi Asam Jawa Terhadap Parameter 39 | |
| 15. Rata-rata Kadar Pb Tepung Buah Mangrove | 40 |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Mangrove <i>Avicennia marina</i> | 64 |
| 2. Diagram Pembuatan Tepung Mangrove <i>Avicennia marina</i> dengan Perendaman Asam Jawa pada Penelitian Pendahuluan | 65 |
| 3. Diagram Pembuatan Sampel Kering Analisis Kadar Pb Lingkungan dengan Metode AAS | 66 |
| 4. Diagram Pembuatan Sampel Kering Analisis Kadar Pb Bagian Pohon <i>Avicennia marina</i> | 67 |
| 5. Prosedur Analisis Penentuan Logam Berat (Pb) Pada Sampel Padat dan Cair | 68 |
| 6. Prosedur Analisis Kadar Air (Thermogravimetri)..... | 70 |
| 7. Prosedur Analisis Kadar Protein (Titrasasi Formol)..... | 71 |
| 8. Prosedur Analisis Kadar Lemak (Metode Goldfisch) | 72 |
| 9. Prosedur Analisis Kadar Abu (Metode Kering) | 73 |
| 10. Prosedur Analisis Kadar Tanin | 74 |
| 11. Data Kadar Pb..... | 75 |
| 12. Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Pb | 76 |
| 13. Data Hasil Analisis Perlakuan Terbaik Zeleny | 77 |
| 14. Hasil Analisis ANOVA Parameter Organoleptik Rasa dan Aroma dari Tepung Buah <i>Avicennia marina</i> | 78 |
| 15. Data Analisis Perlakuan Terbaik (Konsentrasi Larutan Asam Jawa 25%) Terhadap Parameter | 80 |
| 16. Dokumentasi Penelitian Pendahuluan I | 82 |
| 17. Dokumentasi Pembuatan Tepung Mangrove <i>Avicennia marina</i> | 85 |



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove adalah formasi hutan khas daerah tropika dan sedikit sub tropika, terdapat di pantai rendah dan tenang, berlumpur, sedikit berpasir, serta mendapat pengaruh pasang surut air laut. (Sianturi *et al.*, 2013). Mangrove adalah tumbuhan semak berkayu yang tumbuh di daerah intertidal pada daerah tropis dan sub tropis (Shanmugapriya *et al.*, 2012)

Hutan mangrove biasanya tumbuh beragam dengan subur di daerah intertidal pada kawasan tropis dan subtropis di muara, sungai dan pesisir laut. Sebagai salah satu ekosistem yang paling produktif di dunia, hutan mangrove menjadi sumber makanan dan habitat untuk bermacam organisme. Hutan mangrove juga menjadi pencegah erosi untuk daratan di kawasan pantai. Selain itu, endapan mangrove memiliki kapasitas yang besar untuk menyimpan logam berat dari pasang surut air dan bertindak sebagai tampungan untuk logam berat (Zhou *et al.*, 2010).

Organisme perairan merupakan kelompok organisme yang pertama kali mengalami dampak secara langsung dari pengaruh limbah atau pencemaran logam berat di perairan. Salah satu organisme perairan yang menerima dampak langsung pencemaran logam berat adalah tanaman mangrove (Arisandy *et al.*, 2012).

Mangrove yang tumbuh di ujung sungai besar berperan sebagai penampungan terakhir bagi limbah dari industri di perkotaan dan perkampungan hulu yang terbawa aliran sungai. Limbah padat dan cair yang terlarut dalam air sungai terbawa arus menuju muara sungai dan laut lepas. Area hutan mangrove akan menjadi daerah penumpukan limbah, terutama jika polutan yang masuk ke

dalam lingkungan estuari melampaui kemampuan pemurnian alami oleh air (Mulyadi *et al.*, 2013).

Ekosistem mangrove penting di daerah intertidal disepanjang garis pantai Negara tropis dan sub tropis. Erat kaitannya dengan aktivitas manusia dan rentan kontaminasi. Mangrove sedimen telah diketahui memiliki kapasitas yang tinggi dalam mengakumulasi bahan buangan dekat lingkungan perairan pantai. Mangroves mampu mentoleransi perubahan logam yang terus menerus dan menjadi penyangga yang melindungi perairan sekitar (Qiu *et al.*, 2011)

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).

Buah Api-api untuk dijadikan bahan makanan harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan di dalam buah jenis ini mempunyai kandungan toxic yang cukup berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia. Selain itu pengolahan ini dimaksudkan untuk menghilangkan kadar garam yang terkandung dalam buah. Namun apabila diolah dengan baik maka buah ini aman untuk dikonsumsi. (Santoso *et al.*, 2005). Untuk kadar logam berat (Pb) pada tepung api-api saat ini berkisar antara 1 – 0,9 ppm.

Buah *mangrove* dapat dieksplorasi sebagai sumber pangan lokal baru terutama di daerah-daerah yang memiliki potensi hutan *mangrove* yang luas, tetapi harus memperhatikan dan menjaga kelestarian dari ekosistem hutan *mangrove* tersebut. Selain buah lindur ada beberapa jenis buah mangrove yang dapat diolah menjadi produk makanan antara lain jenis Pidada (*Sonneratia spp*) dan jenis api-api (*Avicennia marina*) dapat diolah menjadi sabun, sirup, selai, dodol. Disamping itu, buah lindur dan api-api memiliki kandungan karbohidrat dan pati yang lebih tinggi dari jenis buah *mangrove* lainnya (Dewi *et al.*, 2013).

sedangkan dalam bahan pangan lainnya Menurut Winarno (2002), sumber karbohidrat utama bagi bahan makanan kita adalah serelia dan umbi-umbian. Misalnya kandungan pati dalam beras 78,3%, jagung 72,4%, singkong 34,6%, dan talas 40%.

Cara pembuatan tepung api-api yaitu pertama mengupas kulit buah, kemudian buah diiris kecil (agar cepat lunak bila dimasak), lalu dimasak dengan air sampai masak, setelah itu direndam 3 x 24 jam. Selanjutnya dikeringkan atau dijemur di bawah sinar matahari dan setelah kering kemudian digiling atau dihaluskan (dijadikan tepung) (Santoso *et al.*, 2005).

Pengolahan buah mangrove jenis api-api menjadi tepung masih dilakukan dengan cara tradisional yang masih rumit, waktu yang lama dan menghasilkan rendemen rendah. Berdasarkan standart SNI (2006), kualitas tepung sangat ditentukan oleh beberapa faktor, salah satunya kadar Pb maksimal 1 ppm. Dengan kandungan Pb tepung mangrove dibawah 1 ppm, maka tepung mangrove tersebut layak dikonsumsi manusia.

Asam sitrat merupakan asam trikarboksilat yang sangat efektif sebagai pengikat logam (*chelating agent*). Asam sitrat merupakan asam tribasa yang membentuk kompleks dengan logam. Asam sitrat memiliki tiga pasang ion pada bagian karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam untuk membentuk ion kompleks yang larut air. Asam sitrat secara serempak berkoordinasi dengan tiga tempat pada atom logam dengan koordinasi ketiga yang paling stabil kompleks. Asam trikarboksilat setiap molekulnya mengandung tiga gugus karboksil dan satu gugus hidroksil yang berikatan dengan atom karbon di tengah (Indasah *et al.*, 2011).

Asam sitrat mempunyai konstanta dielektrik 6,2 yang mana mampu melarutkan senyawa polar seperti garam anorganik dan gula dan juga senyawa

non polar seperti minyak dan unsur seperti sulfur, iodin termasuk juga timbal (Pb) (Sulistiyati *et al.*, 2013)

Roopa dan Kasiviswanatham (2013) menyatakan bahwa, asam jawa adalah bahan alami yang tahan lama dan merupakan bahan baku yang tidak mahal. Asam jawa terdiri dari asam organik seperti mengandung asam tartrat 12-18%, asam malat, asam sitrat dan produk samping seperti pectin dan potassium bitartrat.

Penurunan kadar logam berat pada kupang dapat dilakukan dengan penambahan sekuestran. Proses pengikatan logam merupakan proses keseimbangan pembentukan ion kompleks logam dengan sekuestran (senyawa pengkelat). Sekuestran potensial yang banyak terdapat di alam adalah belimbing wuluh dan asam jawa. Asam jawa mengandung 15% asam sitrat dan belimbing wuluh mengandung asam oksalat dan askorbat dalam jumlah yang tinggi (Stella *et al.*, 2014). Sedangkan pada bahan alami lainnya yang mengandung asam sitrat seperti jeruk nipis hanya mengandung sekitar 7% asam sitrat (Hartanti, 2011).

Berdasarkan uraian diatas, tepung buah mangrove *Avicennia marina* dapat digunakan sebagai alternatif cadangan pangan (nilai kandungan karbohidrat yang besar) yang berguna bagi tubuh manusia. Namun disatu sisi mangrove mampu berfungsi sebagai akumulator logam berat. Karenanya diperlukan adanya penelitian tentang penurunan kadar Pb tepung mangrove *Avicennia marina* dengan perendaman dalam larutan asam jawa dengan konsentrasi yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah :

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi larutan asam jawa terhadap kandungan Pb tepung *Avicennia marina*?
2. Berapakah konsentrasi optimal larutan asam jawa sehingga dapat menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan kadar Pb paling rendah?

1.3 Tujuan Penelitian :

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan asam jawa terhadap kandungan Pb tepung *Avicennia marina*.
2. Untuk mengetahui konsentrasi optimal larutan asam jawa sehingga dapat menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan kadar Pb paling rendah.

1.4 Kegunaan Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat meningkatkan nilai guna tepung *Avicennia marina* dengan kadar timbal (Pb) yang rendah. Selain itu untuk memberikan informasi lainnya pada masyarakat tentang teknologi pengolahan tepung buah mangrove yang lebih inovatif untuk mereduksi kandungan logam berat Pb.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – September 2014.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Avicennia marina merupakan spesies internasional, bermula dari timur afrika ke teluk Persia, terus ke Indonesia Malaysia, selatan – utara asia, india ke cina dan jepang, dan ke utara melewati Filipina dan barat samudra pasifik ke Australia. Mangrove jenis ini sangat sering dijumpai di perkumpulan pecinta mangrove dari papua nugini sampai selatan Australia dan New Zeland (McFarlane *et al.*, 2002).

Ekosistem hutan mangrove bersifat kompleks dan dinamis, namun labil. Dikatakan kompleks karena ekosistemnya di samping dipenuhi oleh vegetasi mangrove, juga merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan. Jenis tanah yang berada di bawahnya termasuk tanah perkembangan muda (*saline young soil*) yang mempunyai kandungan liat yang tinggi dengan nilai kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Kandungan bahan organik, total nitrogen, dan ammonium termasuk kategori sedang pada bagian yang dekat laut dan tinggi pada bagian arah daratan (Anwar dan Gunawan, 2007).

Mangrove adalah tumbuhan semak berkayu yang tumbuh di daerah intertidal pada daerah tropis dan sub tropis. Tanaman mangrove sudah banyak digunakan pada obat-obatan tradisional dan ekstrak dari mangrove sudah terbukti mampu menolak pathogen pada manusia, hewan dan tumbuhan. Metabolit sekunder seperti alkaloid, fenol, steroid, terpenoid telah digolongkan pada mangrove dan yang berhubungan dengan toksikologi, pengobatan, dan kepentingan ekologi (Shanmugapriya *et al.*, 2012).

Mangrove api-api (*Avicennia marina*) mempunyai ciri – ciri buahnya seperti kacang, ukuran lebar 1,5-2,0 cm dan panjang 1,5-2,5 cm, warna kulit buah hijau hingga kekuningan (cokelat muda), permukaan buah berambut halus,

buah melingkar, memiliki sebuah paruh pendek (Supriatna *et al.*, 2010). Adapun klasifikasi dari *Avicennia* menurut Oktavianus (2013), ialah :

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Sub Class : Asteridae
Order : Lamiales
Family : Acanthaceae
Genus : *Avicennia*
Species : *Avicennia marina*.

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*
Sumber : Halidah (2014)

Dari hasil penelitian menunjukkan komposisi hasil analisis dari bagian tanaman api-api menunjukkan bahwa bagian biji tanaman mengandung protein sebanyak 10,8% dan karbohidrat sebanyak 21,4%, sehingga biji tanaman tersebut dapat dijadikan alternatif sebagai bahan pangan. Protein dapat dimanfaatkan dalam tubuh sebagai sumber nutrisi sel untuk tumbuh dan

berkembang. Di lain pihak, karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi bagi tubuh (Halidah, 2014). Adapun komposisi gizi dari buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi gizi buah mangrove (*Avicennia marina*)/100 g.

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

Sumber: Hartanti (2010)

Avicennia marina memiliki sistem akar yang kompleks, termasuk empat tipe akar yaitu akar kawat, akar antena (*Pneumatophores*), akar nutrisi (akar makanan) dan akar jangkar. Sistem akar ini bertemu kira-kira 20cm diatas permukaan, bagaimanapun kepadatan system akar ini paling banyak 10cm diatas sedimen (Chaunduri *et al.*, 2014).

2.2 Tepung Buah Mangrove

Tepung adalah partikel padat yang berbentuk butiran halus tergantung pemakaiannya. Biasanya digunakan untuk keperluan penelitian, rumah tangga, dan bahan baku industri. Tepung biasa berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung atau hewani misalnya tepung tulang dan tepung ikan. Tepung adalah suatu produk padat kering yang dihasilkan dengan jalan mengeluarkan sebagian besar cairan dan sebagian atau seluruh lemak yang terkandung dalam bahan (Afrianto dan Liviawaty, 2005).

Buah Api-api untuk dijadikan bahan makanan harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan di dalam buah jenis ini mempunyai kandungan toxic yang cukup berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia. Selain itu pengolahan ini dimaksudkan untuk menghilangkan kadar

garam yang terkandung dalam buah. Namun apabila diolah dengan baik maka buah ini aman untuk dikonsumsi. Penggunaan buah tanaman yang telah masak perlu ada perlakuan, yaitu : pengupasan kulit atau pembuangan kulit, dicampur dengan abu dapur dan dibilas air bersih, lalu direndam 3 x 24 jam (untuk menghilangkan racun, ditiriskan dan diap dipergunakan sebagai bahan baku makanan (Santoso *et al.*, 2005). Adapun komposisi gizi dari tepung mangrove dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Gizi Tepung Mangrove

| Parameter | Jumlah |
|-----------------------|--------|
| Kadar Karbohidrat (%) | 88,17 |
| Kadar Air (%) | 5,81 |
| Kadar Protein (%) | 4,12 |
| Kadar Lemak (%) | 0,38 |
| Kadar Abu (%) | 1,52 |
| Kadar Tanin (ppm) | 98 |

Tepung mangrove mempunyai komposisi kimia yang berbeda dengan tepung terigu pada umumnya. Keunggulan tepung mangrove adalah meningkatnya daya simpan, memudahkan pengolahan selanjutnya, kandungan gizi relatif tidak berubah dan menambah nilai ekonomi yang tinggi. Pembuatan tepung dapat dilakukan dalam 2 cara, yaitu cara basah dan cara kering. Pembuatan tepung cara basah dapat dilakukan dengan menghancurkan bahan dalam keadaan segar (belum dikeringkan) sehingga menjadi bentuk hancuran yang lunak. Proses pembuatan tepung cara kering dapat dilakukan dengan mengeringkan bahan lebih dulu kemudian menghancurkan menjadi butiran-butiran (Susanto dan Saneto, 1994).

Adapun syarat mutu tepung sebagai bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Tepung 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 |
| 1.4 | Rasa | | normal |
| 2 | Benda Asing | | tidak ada |
| 3 | Serangga dalam semua bentuk | | tidak ada |
| 4 | stadia dan potongan – potongannya yang tampak | | |
| 4 | Jenis pati lain selain pati sagu | | tidak ada |
| 5 | Kehalusan, lolos ayakan 100 mesh (b/b) | % | min 95 |
| 6 | Kadar air (b/b) | % | maks 13 |
| 7 | Kadar abu (b/b) | % | maks 0,5 |
| 8 | Kadar pati | % | min 65 |
| 9 | Kadar serat kasar (b/b) | % | maks 0,5 |
| 10 | Derajat keasaman | ml NaOH 1 N/100g | maks 4,0 |
| 11 | Residu O ₂ | detik | min 300 |
| 12 | Cemaran logam | | |
| 12.1 | Timbal (Pb) | mg/kg | maks 1,00 |
| 12.2 | Tembaga (Cu) | mg/kg | maks 10,0 |
| 12.3 | Raksa (Hg) | mg/kg | maks 0,05 |
| 13 | Cemaran arsen | 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 tahun 2006

2.3 Asam Jawa (*Tamarindus indica*)

Tamarindus indica Linn (*Caesalpiniaceae*) adalah tanaman yang umum dijumpai di India. Ditanam di kebun di India, baik di tempat yang tak digunakan maupun di hutan di India tengah, Madhya Pradesh, dan juga di tanam di sepanjang jalan. Unsur fitokimia pada asam ini menunjukkan adanya kandungan tanin, steroid, alkaloid, triptofan dan flavonoid (Tayade *et al.*, 2010).

Tamarind adalah anggota keluarga Leguminosae, adalah pohon berdaun hijau yang sebagian besar selalu tumbuh di benua India. Buah asam jawa mengandung hingga 6 biji. 35-40% bagian biji adalah kulit dan 60-65% adalah inti bijinya (Bhatta *et al.*, 2001). *Tamarindus indica* Linn. (biasa disebut tamarind), family Fabaceae, subfamily *caesalpinaceae* tumbuhan tropis asli daerah Afrika dan Asia tenggara. Sangat banyak ditanam untuk tumbuhan hias dan buahnya yang asam digunakan untuk membuat minuman dan sangat populer sebagai bahan pembuatan jamu untuk kesehatan. Di utara Nigeria, batang dan daun yang segar digunakan sebagai bahan pembuatan jamu dicampur dengan garam abu (kalium karbonat) untuk penyembuhan sakit perut, luka umum di tubuh, penyakit kuning, demam dan pembersih darah juga pembersih kulit (Doughari, 2006).

Tamarindus indica Linn yang umum diketahui sebagai asam jawa, sering ditemukan di banyak tempat di Negara tropis walaupun aslinya dari Afrika. Termasuk pohon dari keluarga Fabaceae. Daging buahnya digunakan saat memasak untuk memberikan rasa asam dan terutama sekali untuk memberi rasa yang lezat pada masakan. Juga digunakan untuk pengobatan penyakit yang berhubungan dengan lambung dan sistem pencernaan. Pada penelitian menggunakan hewan hamster, menunjukkan efek hypolipidaemic pada biji. Buah dan bijinya memiliki efek anti bakteri, anti inflamasi (radang) dan anti diabetes. Kebanyakan penemuan tentang *T. indica* berpusat pada buah dan biji tanaman ini, dan diekstrak menggunakan pelarut polar (Razali *et al.*, 2010).

Tamarindus indica Linn telah lama digunakan sebagai obat tradisional untuk penderita diabetes mellitus. Memiliki tipe pohon dari keluarga caesalpinaceae dan banyak sekali ditemukan di seluruh India. Buahnya juga sangat sering dijumpai pada musim panas dan lapisan bijinya berwarna coklat

kehitaman walaupun warna bijinya putih. Merupakan tumbuhan dikotil (Maiti *et al.*, 2004).

Buah yang matang berwarna hitam atau coklat kehitaman. Daging buah asam jawa memiliki rasa asam manis dengan kombinasi banyak asam tartat dan sedikit gula untuk perasa, sebagai komponen makanan dan jus (Tril *et al.*, 2014).

Komposisi kimia asam jawa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia Asam Jawa dalam 100 gram bahan

| Komposisi | Jumlah |
|--------------------------|--------|
| Kalori (kkal) | 239,00 |
| Protein (g) | 2,80 |
| Lemak (g) | 0,50 |
| Karbohidrat (g) | 62,50 |
| Kalsium (mg) | 74,00 |
| Zat besi (mg) | 0,60 |
| Vitamin A (SI) | 30,00 |
| Vitamin B (mg) | 0,34 |
| Vitamin C (mg) | 2,00 |
| Air (g) | 31,40 |
| Fosfor (mg) | 113,00 |
| Bagian dapat dimakan (%) | 48,00 |

Sumber: Departemen Kesehatan RI (1996)

Menurut Roopa dan Kasiviswanatham (2013), asam jawa adalah bahan alami yang tahan lama dan merupakan bahan baku yang tidak mahal. Asam jawa terdiri dari asam organik seperti mengandung asam tartat 12-18%, asam malat, asam sitrat dan produk samping seperti pectin dan potassium bitartrat. Sedangkan jenis asam yang ada pada asam jawa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jenis Asam Pada Asam Jawa

| Komponen | Rumus Kimia |
|-----------------------------|-------------------|
| Asam malat | $C_4H_6O_5$ |
| Asam tartat | $C_4H_6O_6$ |
| <i>Phthalic Acid</i> | $C_8H_6O_4$ |
| Asam palmitat | $C_{16}H_{32}O_5$ |
| <i>10-Octadecenoid acid</i> | $C_{18}H_{34}O_2$ |
| <i>n-Nonadecanoic acid</i> | $C_{19}H_{38}O_2$ |

Sumber : Arranz *et al.*, (2010)

2.4 Asam Pada Asam Jawa

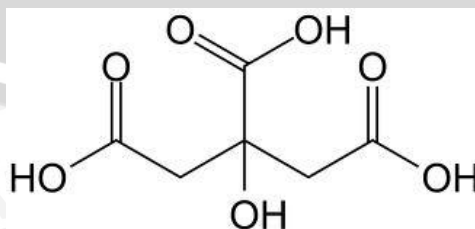
Asam sitrat merupakan asam trikarboksilat yang sangat efektif sebagai pengikat logam (*chelating agent*). Asam sitrat merupakan asam tribasa yang membentuk kompleks dengan logam. Asam sitrat memiliki tiga pasang ion pada bagian karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam untuk membentuk ion kompleks yang larut air. Asam sitrat secara serempak berkoordinasi dengan tiga tempat pada atom logam dengan koordinasi ketiga yang paling stabil kompleks. Asam trikarboksilat setiap molekulnya mengandung tiga gugus karboksil dan satu gugus hidroksil yang berikatan dengan atom karbon di tengah (Indasah *et al.*, 2011). Sifat fisik asam sitrat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Sifat Fisik 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: Indasah *et al.*, 2011

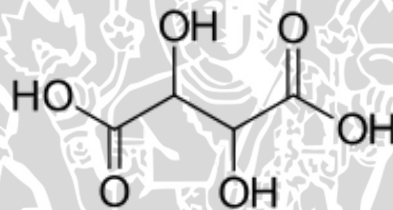
Rumus kimia asam sitrat adalah $C_6H_8O_7$ atau $CH_2(COOH)-COH(COOH)-CH_2(COOH)$, struktur asam ini tercermin pada nama IUPAC nya asam 2-hidroksi-1,2,3-propanatrikarboksilat. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga guguskarboksil $COOH$ yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal itu terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Struktur molekul asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur molekul Asam Sitrat
Sumber : (Khasanna., 2013)

Asam tartrat merupakan senyawa organik turunan asam askorbat, seperti asam oksalat dan asam treonat. Asam tartarat memiliki 4 gugus hidroksil dan merupakan salah satu asam primer yang dijumpai pada anggur selain asam malat dan asam sitrat (Siahaan, 2013).

Asam tartrat meleleh pada suhu 168°C ($334,4^{\circ}\text{F}$) – 172°C . Berat molekulnya adalah sekitar $150,09\text{ g/mol}$. Kepadatannya adalah $1,76$, lebih padat $0,76$ daripada air yang kepadatannya 1 . Selain dapat larut dalam air dan etanol, asam tartrat juga dapat larut dalam gliserol. Walaupun begitu, asam ini tak larut dalam kloroform. Secara kimia atau menurut IUPAC, asam tartrat bernama asam 2,3- dihidroksibutanadioat dengan rumus kimia $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ dan rumus struktur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur molekul asam tartrat
Sumber : Subarjati (2012)

Asam tartrat menjadi tak stabil bila terkena panas secara terus-menerus. Asam ini juga dapat bereaksi dengan agen-agen oksidatif, reduktif, dan zat-zat alkali. Larutan asam tartrat dapat membebaskan gas H_2 yang mudah meledak, terutama bila larutan ini terpapar dengan logam-logam yang reaktif seperti besi, seng, dan aluminium. Polimerisasi tak akan terjadi pada asam tartrat. Asam ini juga bersifat korosif, kecuali pada bahan yang terbuat dari gelas/kaca (Siahaan, 2013).

2.5 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke

alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. Salah satu penyebab kehadiran timbal ialah pencemaran udara (Nasution, 2008).

Timbal juga ditemukan di gas buang kendaraan, penggunaan motor minyak, anti serangga dan cat. Limbah buangan industri baterai juga mengandung ion timbal (II). Timbal sangatlah berbahaya dan dapat merusak sistem otak, ginjal, dan system reproduksi (Kabra *et al.*, 2008).

Timbal mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsur kimia. Logam ini mempunyai nomor atom 82 dengan bobot atau berat atom 207,2. Timbal meleleh pada suhu 328°C (662°F), dan titik didih 1740°C (3164°F) (Jannah, 2010). Timbal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Timbal
(Sumber : Jannah, 2010)

Timbal atau timah hitam atau Plumbum (Pb) adalah salah satu bahan pencemar utama saat ini di lingkungan. Hal ini bisa terjadi karena sumber utama pencemaran timbal adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Selain itu timbal juga terdapat dalam limbah cair industri yang pada proses produksinya menggunakan timbal, seperti industri pembuatan baterai, industri cat, dan industri keramik. Timbal digunakan sebagai aditif pada bahan bakar, khususnya bensin di mana bahan ini dapat memperbaiki mutu bakar. Bahan ini sebagai anti *knocking*

(anti letup), pencegah korosi, anti oksidan, diaktifator logam, anti pengembunan dan zat pewarna (Naria, 2005).

2.6 Dampak Logam Berat Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan

Adanya timbal pada komponen lingkungan yaitu air, tanah, dan udara memungkinkan berkembangnya transmisi pencemaran menjadi lebih luas kepada berbagai makhluk hidup, termasuk manusia sehingga menimbulkan gangguan kesehatan, seperti terganggunya sintesa darah merah, anemia, dan penurunan intelegensia pada anak. Dampak kronis dari keterpaparan timbal diawali dengan kelelahan, kelesuan, iritabilitas, dan gangguan gastrointestinal. Keterpaparan yang terus-menerus pada sistem syaraf pusat menunjukkan gejala insomnia (susah tidur), bingung atau pikiran kacau, konsentrasi berkurang, dan gangguan ingatan. Beberapa gejala lain yang diakibatkan keterpaparan Pb secara kronis di antaranya adalah kehilangan libido, infertilitas pada laki-laki, gangguan menstruasi, serta aborsi spontan pada wanita. Pada laki-laki telah terbukti adanya perubahan dalam spermatogenesis, baik dalam jumlah, gerakan, dan bentuk spermatozoa, semuanya mempunyai nilai yang lebih rendah dari standar normal. Pada wanita hamil yang terpapar, Pb melewati plasenta wanita hamil tersebut yang dapat menyebabkan janin dalam kandungannya ikut terpapar sehingga dapat menyebabkan kelahiran prematur, berat bayi lahir rendah (BBLR), toksisitas dan bahkan kematian. Adanya Pb yang berlebihan dalam tubuh anak akan mengakibatkan kejadian anemia yang terus menerus, dan akan berdampak pada penurunan intelegensia (Naria, 2005).

Pb bersifat toksik karena menimbulkan gejala anemia, defisiensi hemoglobin, gangguan ginjal, memunduran mental pada anak-anak, gangguan jiwa, kerusakan pada hati dan gangguan susunan syaraf (Indasah *et al*, 2011).

Pada jaringan atau organ tubuh, timbal juga akan terakumulasi pada tulang, karena logam ini dalam bentuk ion Pb^{2+} mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat dalam jaringan tulang. Di samping itu, pada wanita hamil, timbal dapat melewati plasenta dan kemudian akan ikut masuk dalam sistem peredaran darah janin dan selanjutnya setelah bayi lahir, timbal akan dikeluarkan bersama air susu (Jannah, 2010).

Kerusakan akibat pencemaran timbal tidak hanya berdampak pada lingkungan. Manusia juga dapat terkena imbas dari pencemaran logam berat golongan VI-A periode keenam ini. Konsentrasi $1 \mu g/m^3$ timbal yang berada di udara, akan berdampak pada peningkatan kadar timbal dalam darah antara 2,5-5,3 $\mu g/dl$. Apabila telah terakumulasi hingga $10 \mu g/dl$ pada seorang anak, maka poin IQ-nya cenderung menurun 2,5 poin, bahkan bisa kehilangan sampai empat poin IQ pada usia tujuh tahun. Dampak lain yang tampak adalah anak dapat mengalami gejala anemia, hambatan dalam pertumbuhan, perkembangan kognitif yang buruk, sistem kekebalan tubuh melemah disertai gejala autisme, bahkan dapat terjadi kematian dini (Habrianti *et al.*, 2013).

2.7 Mekanisme Perjalanan Logam Berat Pada Mangrove

Ekosistem mangrove penting di daerah intertidal disepanjang garis pantai Negara tropis dan sub tropis. Erat kaitannya dengan aktivitas manusia dan rentan kontaminasi. Mangrove sedimen telah diketahui memiliki kapasitas yang tinggi dalam mengakumulasi bahan buangan dekat lingkungan perairan pantai. Mangroves mampu mentoleransi perubahan logam yang terus menerus dan menjadi penyangga yang melindungi perairan sekitar (Qiu *et al.*, 2011)

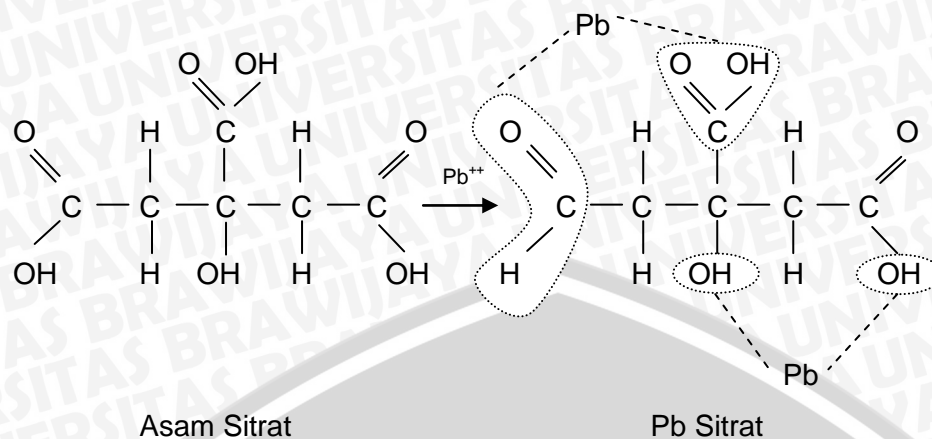
Perkembangan industri dan aktivitas manusia telah meningkatkan pelepasan limbah industri yang mengandung logam berat di dalam sistem perairan. Pelepasan ion logam seperti Zinc, Kadmium, Kromium, Timbal dan

Nikel di perairan menjadi penyebab terbesar masalah lingkungan, kenaikan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti penyebarannya, akumulasi dan ketekunan di lingkungan. Timbal adalah satu kontaminan terbesar yang ditemukan di anak sungai dari kegiatan logam dari perusahaan baja dan logam, pupuk, baterai, elektronik, cat dan (Pitsari *et al.*, 2013).

2.8 Mekanisme Pengikatan Logam Berat Timbal (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 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 (COOH) 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.*, 2011). Adapun mekanisme pengikatan logam Pb oleh asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mekanisme Pengikatam Logam Berat Pb oleh Asam Sitrat

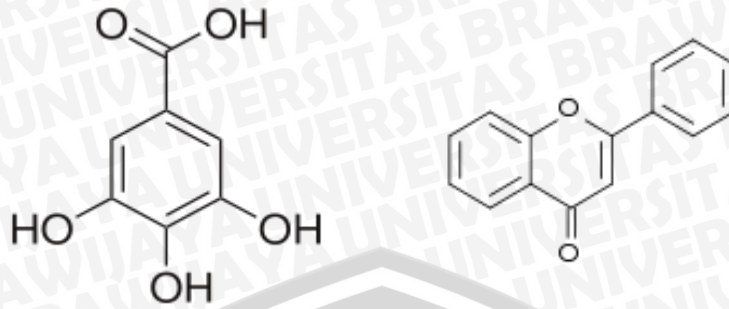
2.9 Tanin

Tanin merupakan polifenol alami dengan berat molekul lebih dari 500 g/mol. Dihitung dari proporsi biomasa pada tanaman bumi, tanin termasuk mudah terhidrolisis dan terkondensasi. Seperti halnya fenol yang lain, tanin memiliki bilangan redox aktif membentuk kompleks dengan ion logam seperti besi (III) dan aluminium (III). Menggambarkan karakteristik tanin lainnya yaitu kebiasaan membentuk ikatan silang bergabung dengan protein (Halvorson *et al.*, 2011).

Tanin atau lebih dikenal dengan asam tanat, biasanya mengandung 10% H₂O. Struktur kimia tanin adalah kompleks dan tidak sama. Asam tanat tersusun 5-10 residu ester galat, sehingga galotanin sebagai salah satu senyawa turunan tanin dikenal dengan nama asam tanat. Menurut Fajriati (2006), Tanin diklasifikasikan dalam dua kelas, yaitu:

1. *Condensed Tanin*, yaitu tanin yang dapat terkondensasi dan tidak dapat dihidrolisis kecuali dalam suasana asam. Contoh: katekin, proantocyanidin
2. *Hidrolisable Tanin*, yaitu tanin yang terhidrolisis dalam air.
3. Contoh: galotanin, caffetanin.

Adapun struktur tanin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gallic Acid (tanin terhidrolisis) Flavone (tanin padat)
Gambar 6. Struktur Tanin (Sumber: Fajriati, 2006)

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).

2.10 Metode AAS

Metode AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) berprinsip pada pengukuran sinar yang diserap oleh atom dan unsure-unsur. Seperti metoda analisa mineral lainnya, bahan-bahan organik harus dihilangkan dalam persiapan sampel. Larutan sampel dari pengabuan basah atau pengabuan kering disebarkan dalam nyala api pada alat AAS, absorbs atau emisi logam dapat dianalisa dan diukur pada panjang gelombang tertentu (Andarwulan *et al.*, 2011).

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 (Jannah, 2010).

Alat AAS adalah terbaik dan paling sesuai dalam analisis unsur secara rutin dimana waktu yang diperlukan cepat dan mudah, artinya relative tidak memerlukan operator yang terampil. Dalam AAS yang diukur adalah radiasi yang diserap oleh atom-atom yang tidak terdeteksi (Dwiloka *et al.*, 2006)

2.11 Pembuatan Tepung Buah Mangrove

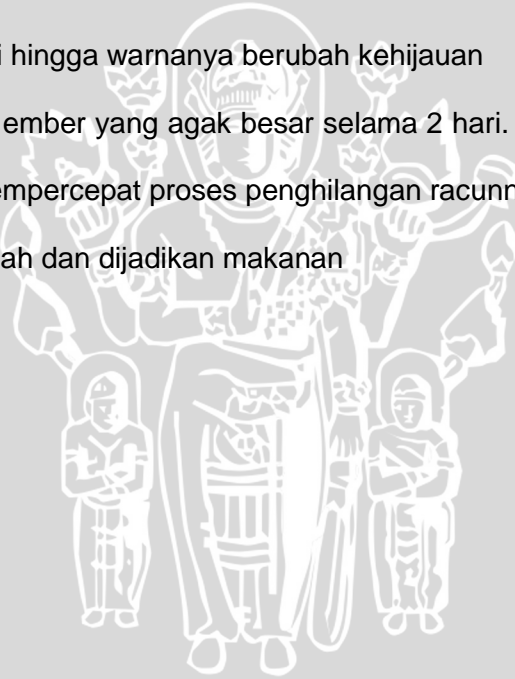
Cara pembuatan tepung api-api yaitu pertama-tama mengupas kulit buah, kemudian buah diiris kecil (agar cepat lunak bila dimasak), lalu dimasak dengan air sampai masak betul, setelah itu direndam 3 x 24 jam. Selanjutnya dikeringkan atau dijemur di bawah sinar matahari dan setelah kering kemudian digiling atau dihaluskan (dijadikan tepung) (Santoso *et al.*, 2005).

Sianturi *et al.*, (2013) mengatakan bahwa Proses pengolahan buah api api sebelum dijadikan bahan dasar makanan adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan bahan baku api api dari hutan mangrove.
2. Pengupasan kulit buah api api dan pengambilan bagian dalamnya.
3. Pembelahan buah menjadi empat bagian, kemudian melepaskan putik dari buahnya.
4. Merebus buah yang telah dibelah dalam air mendidih hingga lunak (sekitar 30 menit), sambil terus mengganti air rebusan. Kemudian memasukkan air abu secukupnya sambil diaduk hingga rata.
5. Mengangkat dan menyuci buah api api hingga warnanya berubah kehijauan.
6. Perendaman dalam ember yang agak besar selama dua hari. Setiap enam jam dilakukan penggantian air untuk mempercepat proses penghilangan racun yang dilakukan sebanyak ± 8 kali.

Menurut Priyono *et al.* (2010), Semua resep yang menggunakan Api-api sebagai bahan campuran harus melalui urutan proses pengolahan sebagaimana tercantum di bawah ini.

1. Ambil Api-api dari hutan mangrove
2. Kupas kulitnya dan ambil bagian dalamnya saja
3. Buah yang telah dikupas dibelah jadi 4 bagian. Lepaskan putik dari buahnya
4. Rebus dalam air mendidih hingga lunak (sekitar 30 menit), sambil terus mengganti air rebusan. Lalu taburi dengan abu gosok secukupnya sambil diaduk hingga rata
5. Angkat dan cuci hingga warnanya berubah kehijauan
6. Rendam dalam ember yang agak besar selama 2 hari. Setiap 6 jam ganti airnya untuk mempercepat proses penghilangan racunnya
7. Api-api siap diolah dan dijadikan makanan



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan terdiri dari dua macam jenis yaitu bahan yang digunakan untuk pembuatan tepung dan bahan yang digunakan untuk analisis kimia. Bahan baku untuk pembuatan tepung ini ialah mangrove jenis *Avicennia marina* yang diperoleh dari hutan mangrove di daerah Ketapang Probolinggo, Jawa Timur. Buah yang dapat digunakan dalam pembuatan tepung yaitu buah yang berukuran kurang lebih 2 cm, terdiri dari kulit buah dan daging buah serta buah yang sudah tua dan berwarna kecoklatan. Bahan-bahan lain yang digunakan untuk pembuatan tepung ini ialah asam jawa, aquades, air, tissue dan plastik. Sedangkan bahan lainnya yang digunakan untuk analisis kimia antara lain yaitu aquades, indikator pp, formaldehid, kertas saring, dan NaOH 0,1 N.

3.1.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu alat yang digunakan untuk pembuatan tepung dan alat yang digunakan untuk analisis parameter uji. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan tepung antara lain blender, loyang, waterbath, timbangan analitik, penumbuk kayu, lumpang batu, baskom, oven, beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, ayakan, termometer, sendok dan spatula.

Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisis parameter uji yaitu AAS (*Atomic Absorbtion Spectrum*), oven, desikator, muffle, hot plate, botol timbang, kurs porselin, pendingin balik, loyang, cawan petri, pisau, sendok,

mikroburet, sentrifuse, stirer, statif, seperangkat goldfish, rangkaian alat analisis protein dan spatula.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode eksperimen. Tujuan dari penelitian eksperimen ialah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada kelompok eksperimen (Nazir, 1988). Eksperimen dalam penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian inti.

3.2.2 Variabel

Variabel ialah faktor yang mengandung lebih dari satu nilai dalam metode statistik. Variabel terdiri dari variabel bebas dan terikat. Variabel bebas ialah faktor yang menyebabkan suatu pengaruh sedangkan variabel terikat ialah faktor yang diakibatkan oleh pengaruh tersebut (Konjaraningrat, 1983).

Variabel bebas pada penelitian ini ialah konsentrasi larutan asam jawa (b/v) yang berbeda (12,5%, 15%, 17,5%, 20%, 22,5% dan 25%). Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini ialah kadar Pb, kadar air, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar tanin.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dalam 2 tahap yakni penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.3.1 Penelitian Pendahuluan I

Penelitian pendahuluan I dilakukan melalui dua tahap. Pada penelitian pendahuluan pertama bertujuan untuk mengetahui kadar timbal pada mangrove *Avicennia marina* pada bagian buah (daging buah lapisan 1, daging buah lapisan 2, kulit dan putik), pada bagian daun (daun tua dan daun muda), akar, kulit pohon, batang pohon, air, tanah dan sedimen. Dengan menggunakan metode uji AAS. Skema penelitian pendahuluan pertama dapat dilihat pada Lampiran 3 dan 4.

Selain itu, pada penelitian pendahuluan pertama juga dilakukan analisis proksimat pada buah mangrove (*Avicennia marina*) segar. Analisis buah mangrove segar meliputi analisis kimia yaitu kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu dan kadar tanin.

3.3.2 Penelitian Pendahuluan II

Pada penelitian pendahuluan kedua bertujuan untuk mengetahui konsentrasi larutan asam jawa pada buah *Avicennia marina* yang optimum untuk menghasilkan kadar Pb paling rendah, konsentrasi asam jawa (b/v) yang digunakan yaitu 10%, 15%, dan 20%. Prosedur penelitian pendahuluan kedua dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.3.3 Penelitian Utama

Hasil terbaik yang diperoleh pada penelitian pendahuluan, akan dikembangkan lagi pada penelitian utama. Penelitian utama bertujuan untuk mencari konsentrasi larutan Asam jawa yang terbaik untuk menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan kadar Pb paling rendah. Adapun konsentrasi larutan Asam jawa yang digunakan adalah 12,5%, 15%, 17,5%, 20%, 22,5%, dan 25% dengan empat kali ulangan. Perlakuan yang dilakukan pada penelitian utama

dapat dilihat pada Tabel 7. Sedangkan prosedur penentuan konsentrasi larutan asam jawa pada kandungan logam berat Pb buah *Avicennia marina* dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 7. Perlakuan Penelitian Utama

| Larutan | Konsentrasi (%) | Ulangan | | | |
|---------|-----------------|---------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Asam | 12,5 (A) | | | | |
| | 15 (B) | | | | |
| | 17,5 (C) | | | | |
| Jawa | 20 (D) | | | | |
| | 22,5 (E) | | | | |
| | 25 (F) | | | | |

Rancangan yang digunakan dalam penelitian utama ini adalah Rancangan Acak Lengkap sederhana. Hasilnya dianalisis dengan menggunakan ANOVA dengan menggunakan minitab versi 17.

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian utama pembuatan tepung *Avicennia marina* adalah analisis kadar timbal (Pb). Kemudian dilakukan pemilihan perlakuan terbaik menurut Zeleny (1982). Untuk perlakuan terbaik dilakukan analisis kadar karbohidrat, kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar tanin.

3.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian utama ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan lima perlakuan dan empat kali ulangan.

Model matematik Rancangan Acak Lengkap (RAL) ialah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum I_j$$

$$I = 1,2,3,\dots,i$$

$$J = 1,2,3,\dots,j$$

Keterangan :

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan k eke-j

μ = nilai tengah umum

r_i = pengaruh perlakuan ke-i

$\sum ij$ = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

t = perlakuan

r = ulangan

Tabel 8. Model Rancangan Percobaan yang digunakan sebagai berikut :

| Larutan | Perlakuan | Ulangan | | | | Total |
|-----------|-----------|---------|----|----|----|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Asam Jawa | 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 |
| | F | F1 | F2 | F3 | F4 | TF |
| | Total | | | | | |

Keterangan :

A : Penambahan Asam Jawa 12,5%

B : Penambahan Asam Jawa 15%

C : Penambahan Asam Jawa 17,5%

D : Penambahan Asam Jawa 20%

E : Penambahan Asam Jawa 22,5%

F : Penambahan Asam Jawa 25%

Langkah selanjutnya ialah 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 uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan yang terbaik.

3.5 Proses Pembuatan Tepung Mangrove

Langkah-langkah pembuatan tepung mangrove *Avicennia marina* dengan perendaman larutan asam jawa meliputi : persiapan bahan, perebusan, penirisan I, perendaman larutan asam jawa, penirisan II, pencucian, penirisan III, pengeringan, penghancuran dan pengayakan.

3.5.1 Persiapan Bahan

Buah mangrove *Avicennia marina* disortasi dan dibuang kulit luarnya. Sortasi dilakukan untuk memilih buah dengan ukuran kurang lebih 2 cm, terdiri dari kulit buah dan daging buah serta buah yang sudah tua dan berwarna kecoklatan sebagai bahan baku tepung dan menghilangkan kotoran atau sampah dari bahan baku. Buah *Avicennia marina* yang akan digunakan sebagai tepung dipisahkan antara kulit buah, daging buah dan putik. Yang akan digunakan sebagai tepung adalah bagian daging buah. Buah *Avicennia marina* yang digunakan masih dalam keadaan yang masih segar dan tidak busuk sehingga tepung yang dihasilkan memiliki kualitas yang terbaik. Selain itu sortasi dilakukan untuk memisahkan bahan baku dari sampah atau kotoran (ulat). Buah mangrove yang telah selesai disortasi dilakukan preparasi dengan cara dimemarkan. Buah mangrove *Avicennia marina* dimemarkan dengan tujuan mempermudah pada saat proses pereduksi logam Pb. Buah mangrove *Avicennia marina* dimemarkan menggunakan alu.

3.5.2 Perebusan

Perebusan dilakukan pada suhu 90°C hingga setengah matang (setengah empuk). Perebusan dilakukan dengan menggunakan pemanas waterbath selama 60 menit. Tujuan perebusan adalah untuk mempercepat proses pelunakan, mengurangi kadar tanin, memperoleh tekstur yang diinginkan, dan membunuh mikroba.

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 dengan penambahan larutan Asam jawa.

Perendaman dengan penambahan larutan Asam jawa dengan konsentrasi masing-masing 12,5%, 15%, 17,5%, 20%, 22,5% dan 25% serta lama perendaman 60 menit yang bertujuan untuk mengurangi logam berat (Pb) yang terkandung dalam daging buah.

3.5.5 Penirisan II

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

3.5.6 Pencucian

Pencucian dilakukan setelah proses yang bertujuan untuk menghilangkan asam jawa yang masih ada pada buah *Avicennia marina*, sehingga tepung yang dihasilkan tidak bau asam jawa.

3.5.7 Penirisan III

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

3.5.8 Pengeringan

Pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti sama sekali. Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Adawyah, 2007).

Setelah perendaman dan dicuci, buah dikeringkan di dalam oven dengan suhu 70°C selama 9 jam. Dilakukan dengan oven agar terhindar dari kotran dan suhu pengeringan tetap konstan. Tujuan pengeringan dengan suhu 70°C ini adalah untuk mengurangi kerusakan protein pada tepung. Dilakukan selama 9 jam untuk mendapatkan tepung dengan kadar air yang rendah agar mutu produk dapat terjaga.

3.5.9 Penepungan

Setelah proses pengeringan selesai dilakukan proses penepungan, proses penepungan harus dilakukan secepat mungkin sebelum kadar air bertambah. Penepungan dilakukan dengan menggunakan blender hingga halus. Pemplenderan dilakukan selama 2 - 3 menit. Pemplenderan dilakukan berulang-ulang untuk menghasilkan tepung yang homogen. Pemplenderan bertujuan untuk memperoleh tekstur tepung buah mangrove yang halus.

3.5.10 Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk memisahkan butiran tepung yang halus dengan yang kasar atau menghasilkan tepung yang homogen. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan ayakan ukuran 80 mesh. Pengayakan bertujuan memisahkan kotoran dan serat yang tertinggal dalam buah.

3.6 Analisis Parameter Uji

Analisis uji tepung buah mangrove meliputi analisis kimia yaitu kadar Pb, kadar karbohidrat, kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar tanin.

3.6.1 Analisis Logam Berat (Pb) (Metode AAS)

Metode AAS (*Atomic Absorbition Spectrophotometer*) berprinsip pada pengukuran sinar yang diserap oleh atom dan unsur-unsur. Seperti metoda analisa mineral lainnya, bahan-bahan organik harus dihilangkan dalam persiapan sampel. Larutan sampel dari pengabuan basah atau pengabuan kering disebarkan dalam nyala api pada alat AAS, absorbs atau emisi logam dapat dianalisa dan diukur pada panjang gelombang tertentu (Andarwulan *et al.*, 2011).

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.*, 1997).

3.6.3 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 menerka 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.*, 1997).

3.6.4 Analisis Kadar Lemak (Metode Goldfish)

Metode yang digunakan adalah metode Goldfish, dimana prinsipnya menurut Sudarmadji *et al.*, (1997) adalah mengekstraksi lemak dari sampel dengan pelarut seperti petroelum ether dan dilakukan dengan alat ekstraksi Goldfish.

3.6.5 Analisis Kadar abu (Metode Kering)

Menurut Winarno (2002) 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.

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).

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 500-650 °C) 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).

3.6.6 Analisis Tanin (Ranganna, 1986)

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).

3.7 Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Zeleny (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. Nilai ideal parameter pada penelitian ini disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai Ideal Parameter Perlakuan Terbaik

| Parameter | Asumsi Nilai Ideal |
|--------------|--------------------|
| Air Rendaman | Tertinggi |
| Air Cucian | Tertinggi |
| Tepung | Terendah |

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^*) maks, maka:

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

3. Menghitung jarak kerapatan (Lp)

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.

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

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

$$L_\infty = \max \{ \lambda_i (1 - d^k_i) \}$$

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 pertama bertujuan mengetahui kadar timbal dalam buah mangrove dan lingkungan mangrove hidup di perairan daerah Ketapang Probolinggo, Jawa Timur menggunakan metode analisis AAS serta mengetahui kadar proksimat buah mangrove segar. Adapun hasil penelitian pendahuluan I dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kadar Pb Buah *Avicennia marina* Penelitian Pendahuluan I

| No | Bagian | Kadar Pb (ppm) |
|----|-----------------------|----------------|
| 1 | Sedimen | 8,32 |
| 2 | Putik | 1,86 |
| 3 | Tanah | 3,34 |
| 5 | Kulit luar buah | 1,49 |
| 6 | Kulit pohon | 1,86 |
| 7 | Batang | 1,34 |
| 8 | Lapisan 1 daging buah | 0,82 |
| 9 | Akar | 1,46 |
| 11 | Lapisan 2 daging buah | 0,96 |
| 12 | Buah segar | 1,12 |
| 14 | Daun tua | 0,65 |
| 16 | Daun muda | 0,21 |
| 17 | Air | 0,115 |

Kandungan Pb terbesar dari hasil analisis terdapat pada bagian sedimen yaitu sebesar 8,32 ppm. Dapat dilihat pula kandungan Pb buah segar yang ada di daerah Ketapang – Probolinggo ini sebesar 1,12 ppm. Menurut Arisandy *et al.*, (2012) pada jaringan *A. marina* menunjukkan bahwa akumulasi tertinggi terdapat pada bagian batang, hal ini disebabkan karena pada batang

memiliki waktu yang lebih lama dalam mengakumulasi logam berat Timbal (Pb) yang disimpan dalam jaringannya dibandingkan pada daun maupun buah. Ditambahkan oleh Sulistyati *et al.* (2013), bahwasanya akumulasi timbal pada *A.marina* didapat dari air dan tanah dimana ia tumbuh yang kemudian terserap oleh akar dari tanaman sebagai nutrisi dan menyebar ke seluruh bagian pohon.

Adapun hasil analisis proksimat buah mangrove (*Avicennia marina*) pada penelitian pendahuluan I dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis Proksimat Buah Mangrove (*Avicennia marina*) Penelitian Pendahuluan I

| No | Parameter | Kandungan |
|----|-----------------------|-----------|
| 1 | Kadar Karbohidrat (%) | 36,82 |
| 2 | Kadar Air (%) | 56,48 |
| 3 | Kadar Protein (%) | 3,75 |
| 4 | Kadar Lemak (%) | 1,40 |
| 5 | Kadar Abu (%) | 1,16 |
| 6 | Kadar Tannin (ppm) | 643 |

4.1.1.2 Penelitian Pendahuluan II

Pada penelitian pendahuluan kedua bertujuan untuk menentukan konsentrasi larutan asam jawa terbaik untuk menghasilkan tepung mangrove dengan kandungan Pb paling rendah dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20%. Hasil kadar Pb tepung buah *Avicennia marina* pada penelitian pendahuluan II dapat dilihat pada Tabel 12.

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

| Konsentrasi Larutan (b/v) | Kadar Pb (ppm) |
|------------------------------|----------------|
| Kontrol | 0,980 |
| 10% | 0,791 |
| 15% | 0,680 |
| 20% | 0,504 |

Pada hasil penelitian pendahuluan II, jenis perlakuan konsentrasi 20% memiliki kadar Pb paling rendah diantara lainnya yaitu sebesar 0,504 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan konsentrasi 20% dapat membantu mengurangi kadar Pb yang terdapat dalam tepung buah *Avicennia marina*.

Pada hasil penelitian pendahuluan II diperoleh juga nilai rendemen buah *Avicennia marina* sebesar 84,30% dengan nilai berat akhir 843 g dan berat awal 1000 g. Untuk rendemen tepung buah *Avicennia marina* sebesar 47,23% dengan nilai berat akhir 47,23 g dan berat awal 100 g. Rumus perhitungan rendemen yakni sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

4.1.2 Penelitian Utama

Pada penelitian ini perlakuan yang digunakan ialah konsentrasi larutan asam jawa yang berbeda pada pembuatan tepung buah mangrove (*Avicennia marina*). Konsentrasi larutan asam jawa yang digunakan ialah (b/v) 12,5%; 15%; 17,5%; 20%; 22,5% dan 25%. Hasil penelitian pengaruh konsentrasi larutan asam jawa terhadap kadar Pb disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Jawa Terhadap Kadar Pb

| Konsentrasi Larutan (b/v) | Kadar Pb (ppm) | % Reduksi |
|------------------------------|-------------------|-----------|
| Pasaran | 0,26 | - |
| Kontrol | 0,98 | - |
| A (12,5%) | 0,63 | 35% |
| B (15%) | 0,57 | 41% |
| C (17,5%) | 0,52 | 47% |
| D (20%) | 0,41 | 58% |
| E (22,5%) | 0,38 | 61% |
| F (25%) | 0,30 | 69% |

4.2 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 (Lampiran 11 dan 13). Hasil perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi larutan asam jawa 25% dengan rata-rata kadar Pb sebesar 0,30 ppm.

Untuk hasil perlakuan terbaik terhadap parameter disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Perlakuan Terbaik Konsentrasi Larutan Asam Jawa Terhadap Parameter

| Parameter | Pasaran | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) | SNI |
|-----------------------|---------|---------|-------------------------|-------------------|
| Kadar Karbohidrat (%) | 88,17 | 88,88 | 86,45 | Min 65 |
| Kadar Air (%) | 5,81 | 3,64 | 4,81 | Max 13 |
| Kadar Protein (%) | 4,12 | 4,18 | 3,75 | Min 7 |
| Kadar Lemak (%) | 0,38 | 0,65 | 0,47 | Rata-Rata 0,75 |
| Kadar Abu (%) | 1,52 | 1,83 | 1,12 | Max 0,5 |
| Kadar Tanin (ppm) | 98 | 419 | 239 | Max 560 |

4.3. Pembahasan Parameter Kimia

Pembahasan parameter kimia meliputi kadar Pb, kadar karbohidrat, kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar tannin.

4.3.1 Kadar Pb

Hasil analisis keragaman ANOVA (*Analysis of Variance*) pada Lampiran 12, menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan asam jawa berpengaruh nyata terhadap kadar Pb tepung mangrove dengan $F_{hit} (58,51113) > F_{tab} 5\%$ (2,77285). Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT. Rata-rata kadar Pb tepung buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata Kadar Pb Tepung Buah Mangrove

| Perlakuan | Konsentrasi Larutan (b/v) | Kadar Pb (ppm) | |
|-----------|---------------------------|--------------------|--------|
| | | Rata-rata ± St.Dev | Notasi |
| A | (12,5%) | 0,63 ± 0,0468 | a |
| B | (15%) | 0,57 ± 0,0273 | ab |
| C | (17,5%) | 0,52 ± 0,0356 | b |
| D | (20%) | 0,41 ± 0,0288 | c |
| E | (22,5%) | 0,38 ± 0,0258 | c |
| F | (25%) | 0,30 ± 0,0306 | d |

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

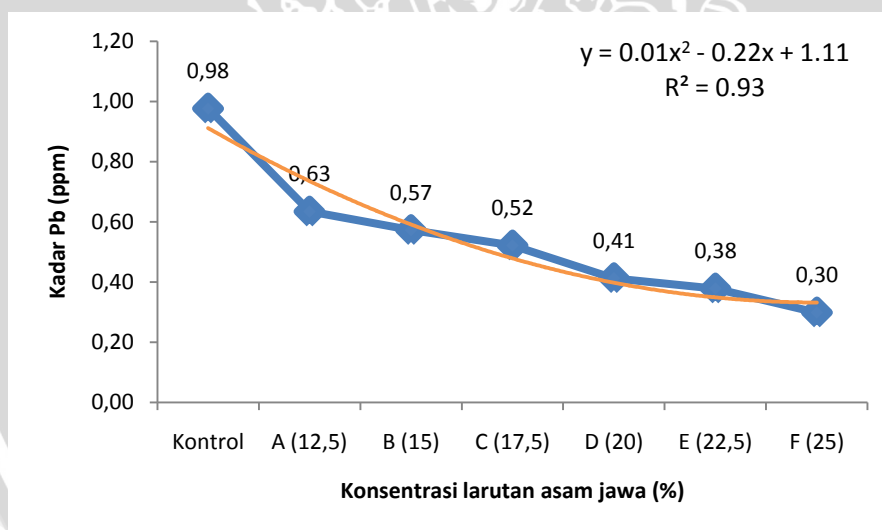
Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Pb pada tepung buah mangrove berkisar antara 0,30 – 0,98 ppm dimana dari hasil ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan asam jawa yang digunakan, maka kadar Pb semakin rendah. Nilai kadar Pb tertinggi pada perlakuan A (konsentrasi larutan asam jawa 12,5%) sebesar 0,63 ppm dan nilai kadar Pb terendah pada perlakuan F (konsentrasi larutan asam jawa 25%) sebesar 0,30 ppm. Hal ini diduga karena pada saat perendaman dengan larutan asam jawa kandungan Pb yang ada dalam bahan baku tereduksi. Penurunan ini dikarenakan asam jawa memiliki kemampuan untuk mengikat logam berat Pb sehingga semakin tinggi konsentrasi larutan asam jawa yang digunakan dalam proses perendaman maka semakin besar Pb yang larut bersama asam jawa yang mengakibatkan menurunnya kadar Pb pada tepung buah *Avicennia marina*.

Pada saat proses perendaman dengan larutan asam jawa, 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 Sherrington, 1994).

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

tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan D, E dan F tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A dan C. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, D, E dan F tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B. Perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C dan F, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan E. Perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C dan F tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D. Perlakuan F berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, D dan E.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar Pb tepung buah mangrove dengan meningkatnya konsentrasi larutan asam jawa. Hubungan antara perbedaan perlakuan konsentrasi larutan asam jawa terhadap kadar Pb dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Regresi Antara Perbedaan Perlakuan Konsentrasi Larutan Asam Jawa Terhadap Kadar Pb

Persamaan regresi digunakan untuk menentukan hubungan sebab akibat antar satu variable dengan variable lain. Pada hal ini penambahan konsentrasi larutan asam jawa menjadi variable bebas, sedangkan kadar Pb merupakan variable terikat. Berdasarkan Gambar 12. dapat dilihat persamaan regresi antara perbedaan perlakuan konsentrasi larutan terhadap kadar Pb yaitu $y = 0,01x^2 -$

$0,22x + 1,11$ dengan R^2 sebesar 0,93. Persamaan ini menunjukkan nilai koefisien determinasi 0,93 yang artinya 93% penurunan kadar Pb dipengaruhi oleh konsentrasi larutan asam jawa.

Selain konsentrasi larutan asam jawa, faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar Pb yaitu perebusan dan pengeringan karena sifat kimia Pb yaitu rusak dengan suhu tinggi. Menurut Dwiloka *et al.* (2006), kandungan logam berat setelah perebusan mengalami penurunan. Penurunan kandungan logam berat setelah perebusan diduga karena suhu yang tinggi saat perebusan menyebabkan protein terdenaturasi. Logam yang masuk ke dalam tubuh berikatan dengan protein.

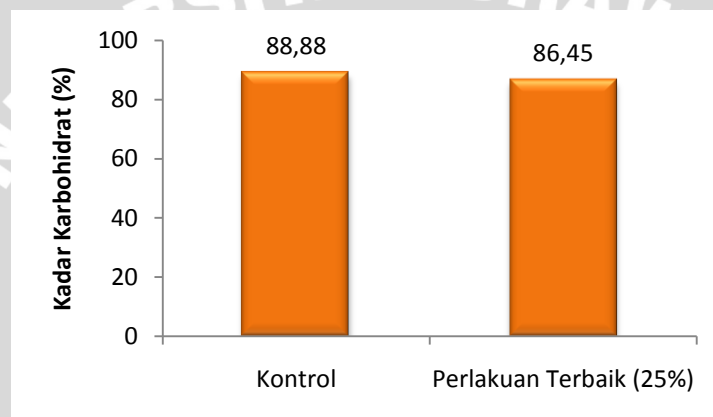
Menurut SNI (2006), kadar Pb pada tepung yaitu maksimal sebesar 1 ppm, ini menandakan bahwa kadar Pb pada tepung buah *Avicennia marina* sudah memenuhi standar tepung pada umumnya sehingga aman untuk dikonsumsi. Untuk produk tepung mangrove *A. marina* dipasaran memiliki kadar Pb sebesar 0,26 ppm, nilai kadar Pb lebih rendah dibandingkan kadar Pb tepung perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) yang besarnya 3,0 ppm. Tapi dapat dikatakan bahwa pembuatan tepung mangrove dengan penambahan asam jawa pada proses perendamannya jauh lebih efisien dikarenakan hanya membutuhkan waktu 1 jam perendaman saja, sedangkan untuk pembuatan tepung mangrove pada umumnya membutuhkan waktu hingga 3 hari perendaman, dengan hasil kadar Pb yang tidak jauh berbeda.

4.3.2 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat (dalam hal ini pati, gula atau glikogen) merupakan zat gizi sumber energy paling penting bagi makhluk hidup karena molekulnya menyediakan unsur karbon yang siap digunakan oleh sel. Secara kimia, karbohidrat dapat didefinisikan sebagai turunan aldehid atau keton dari alkohol

polihidrik (karena mengandung gugus hidroksi atau lebih dari satu) atau sebagai senyawa yang menghasilkan turunan tersebut apabila terhidrolisis (Muchtadi, 2009).

Sebagian besar karbohidrat dalam bahan pangan yang dapat dimanfaatkan secara baik adalah pati dan sukrosa. Sekitar 80% energi yang diperlukan oleh manusia juga berasal dari padanya (Sasmito, 2006). Hasil pengujian kadar karbohidrat pada kontrol dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Hasil Pengujian Kadar Karbohidrat

Berdasarkan diagram pada Gambar 8, dapat dilihat kadar karbohidrat kontrol rata-rata sebesar 88,88%, sedangkan kadar karbohidrat perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) rata-rata sebesar 86,45%. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat pada tepung buah *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 88,88% turun menjadi 86,45%. 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 terlalu tinggi pada saat proses pengolahan, interaksi antara pati dengan komponen non pati, dan jumlah *resistant starch* yang terdapat dalam pati. Penggunaan suhu

yang tinggi pada pengolahan bahan pangan yang mengandung pati dapat menyebabkan gelatinisasi. Suhu gelatinisasi berbeda-beda pada tiap jenis pati, misalnya tepung tapioka 52-64°C, kentang 58-66°C dan jagung 62-70°C. (Winarno, 2002)

Penurunan kadar karbohidrat juga disebabkan adanya penambahan larutan asam jawa pada proses perendaman. Derajat keasaman atau Ph sangat mempengaruhi laju hidrolisis karbohidrat. Ikatan Glikosidik akan lebih mudah terpecah pada kondisi asam daripada suasana basa yang mana ikatan ini justru biasanya lebih stabil. Faktor lain yang sangat berpengaruh terhadap laju hidrolisis adalah suhu. Pengaruh peningkatan suhu dalam kisaran suhu tertentu sangat signifikan dalam peningkatan laju hidrolisis yang terjadi pada karbohidrat (Sasmito, 2006).

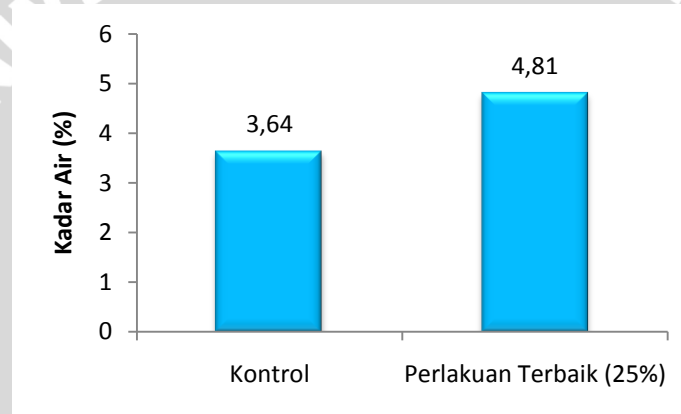
Menurut Ambarsari *et al.* (2009), kandungan karbohidrat rata-rata pada tepung di Indonesia adalah 83,8%. Bila dibandingkan dengan produk tepung mangrove *A. marina* di pasaran memiliki kadar karbohidrat sebesar 88,17%, pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) memiliki kadar karbohidrat lebih rendah sebesar 86,45%. Berdasarkan SNI (2006), persyaratan standar mutu tepung terbaik memiliki kadar karbohidrat minimal 65%, sehingga dengan kadar karbohidrat pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 88,88% dan pada hasil terbaik (konsentrasi asam jawa 25%) sebesar 86,45% dapat dikatakan bahwa kadar karbohidrat pada tepung mangrove ini sudah memenuhi standar mutu tepung pada makanan.

4.3.3 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). 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.*, 1997). Hasil pengujian kadar air pada kontrol dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Hasil Pengujian Kadar Air

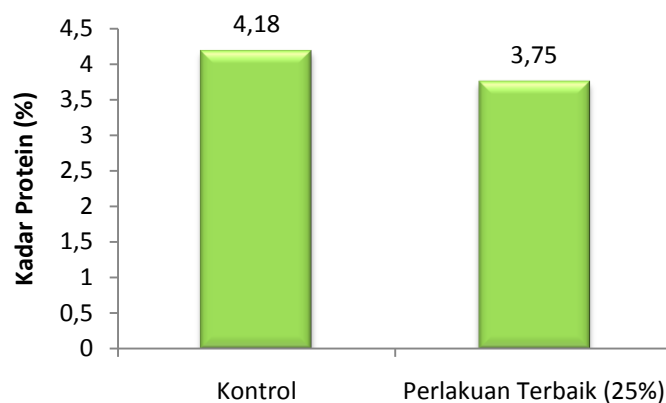
Berdasarkan diagram pada Gambar 9, dapat dilihat kadar air kontrol rata-rata sebesar 3,64%, sedangkan kadar air perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) rata-rata sebesar 4,81%. Hal ini menunjukkan naiknya kadar air pada tepung buah *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 3,64% naik menjadi 4,81%. Naiknya kadar air pada tepung buah *Avicennia marina* pada perlakuan terbaik tidak jauh berbeda dengan kadar air kontrol. Hal ini disebabkan pada kontrol tidak dilakukan proses perendaman, sedangkan pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dilakukan proses perendaman yang mengakibatkan cairan masuk ke dalam jaringan buah *Avicennia marina* sehingga dapat meningkatkan kadar air tepung buah *Avicennia marina*.

Berdasarkan SNI (2006), kadar air pada tepung maksimal 13%, dibandingkan dengan kadar air pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 3,64% sedangkan pada hasil terbaik sebesar 4,81% berarti dapat dikatakan bahwa kadar air pada tepung mangrove *Avicennia marina* ini sudah memenuhi standar tepung pada makanan. Rendahnya kadar air pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dikarenakan air yang terserap pada saat perebusan dan perendaman berkurang dengan adanya proses pengeringan dengan oven bersuhu 70°C yang mengakibatkan air akan menguap sehingga kadar air tepung buah *Avicennia marina* lebih rendah dari SNI tepung. Sedangkan jika dibandingkan dengan produk tepung mangrove *A.marina* di pasaran yang memiliki kadar air 5,81%, tepung mangrove perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) memiliki kadar air yang lebih rendah yaitu 4,81%. Rendahnya kadar air ini dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga memperpanjang daya simpan produk.

4.3.4 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, 2009). Pada umumnya kadar protein di dalam bahan pangan menentukan mutu bahan pangan itu sendiri. 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).

Hasil pengujian kadar protein pada kontrol dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Hasil Pengujian Kadar Protein

Berdasarkan diagram pada Gambar 10, dapat dilihat kadar protein kontrol rata-rata sebesar 4,18%, sedangkan kadar protein perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) rata-rata sebesar 3,75%. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan kadar protein pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 4,18% turun menjadi 3,75%. Menurunnya kadar protein pada tepung buah *Avicennia marina* perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) terhadap kontrol, dikarenakan adanya proses perendaman menggunakan asam jawa yang menyebabkan protein dapat rusak karena penambahan asam, serta proses perebusan dan pengeringan dengan suhu tinggi sehingga protein mengalami proses denaturasi selama proses pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina*. Selain itu asam sitrat pada larutan asam jawa 25% saat proses perendaman dapat dikatakan sebagai katalis yang mampu mempercepat proses denaturasi protein yang menyebabkan penurunan kadar protein pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*.

Bila dibandingkan dengan produk tepung mangrove *A. marina* di pasaran memiliki kadar protein sebesar 4,12%, pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) memiliki kadar protein lebih rendah sebesar 3,75%. 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 4,18% dan pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan 25%) sebesar 3,75% berarti dapat dikatakan bahwa tepung mangrove *Avicennia marina* ini belum memenuhi persyaratan standar mutu tepung pada makanan. Hal ini disebabkan karena kadar protein dari bahan baku buah mangrove *Avicennia marina* yang rendah protein yaitu sebesar 3,75%, kadar protein pada kontrol tepung mangrove *Avicennia marina* yang sudah kecil yaitu sebesar 4,18%.

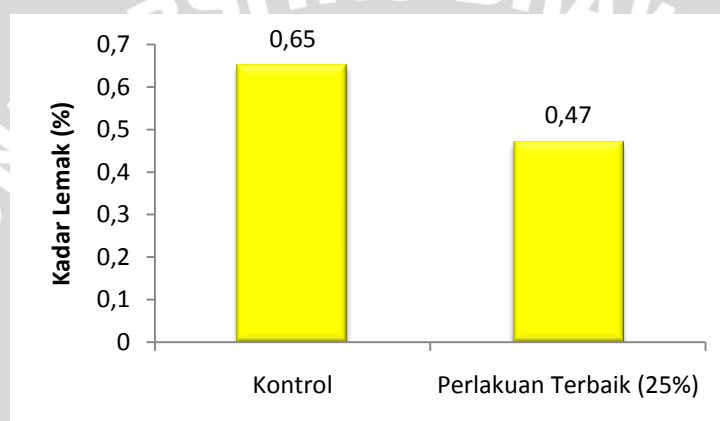
Protein merupakan molekul yang sangat besar, sehingga mudah sekali mengalami perubahan bentuk fisik maupun aktivitas biologis. Banyak faktor yang menyebabkan perubahan sifat alamiah protein misalnya: panas, asam, basa, pelarut organik, pH, garam, logam berat, maupun sinar radiasi radioaktif. Perubahan sifat fisik yang mudah diamati adalah terjadinya penjendalan (menjadi tidak larut) atau pematatan (Sudarmadji *et al.*, 1997). Ditambahkan oleh Winarno (2002), 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. Selain itu, hubungan kadar protein berbanding terbalik dengan kadar air tepung buah mangrove *Avicennia marina*, semakin tinggi kadar protein maka kadar air akan semakin rendah. Hal ini dapat dilihat dari nilai kadar protein tepung buah mangrove *Avicennia marina* kontrol yaitu sebesar 4,18% dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) sebesar 3,75% sedangkan kadar air tepung buah mangrove *Avicennia marina* kontrol yaitu sebesar 3,64% dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) sebesar 4,81%.

4.3.5 Kadar Lemak

Lemak dalam bahan pangan memberi kesempatan bagi jenis bakteri lipolitik untuk tumbuh secara dominan. Keadaan ini mengakibatkan kerusakan lemak oleh mikroorganismenya dan menghasilkan zat-zat yang disebut asam-asam lemak bebas yang mempunyai bau dan rasa yang khas, sering kali disebut sebagai tengik (*rancid*) (Buckle *et al.*, 2000).

Hasil pengujian kadar lemak pada kontrol dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram Hasil Pengujian Kadar Lemak

Berdasarkan diagram pada Gambar 16, dapat dilihat kadar lemak kontrol rata-rata sebesar 0,65%, sedangkan kadar lemak perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) rata-rata sebesar 0,47%. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan kadar lemak pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 0,65% turun menjadi 0,47%. Turunnya kadar lemak tepung buah *Avicennia marina* pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%), dikarenakan adanya proses perendaman dengan asam jawa dan perebusan. Dengan perendaman dalam larutan asam jawa maka akan mengakibatkan terhidrolisisnya lemak yang ada, sehingga pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) kadar lemaknya rendah. Lemak dari buah mangrove terhidrolisis oleh panas serta garam-garam mineral.

Kadar lemak tepung mangrove *A. marina* di pasaran sebesar 0,38%. Kadar lemak tepung di Indonesia menurut Ambarsari (2009), rata-rata mencapai 0,75%, dibandingkan dengan kadar lemak pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 0,65% sedangkan pada perlakuan terbaik sebesar 0,47% berarti dapat dikatakan bahwa kadar lemak pada tepung mangrove ini memenuhi standar mutu tepung pada makanan. 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).

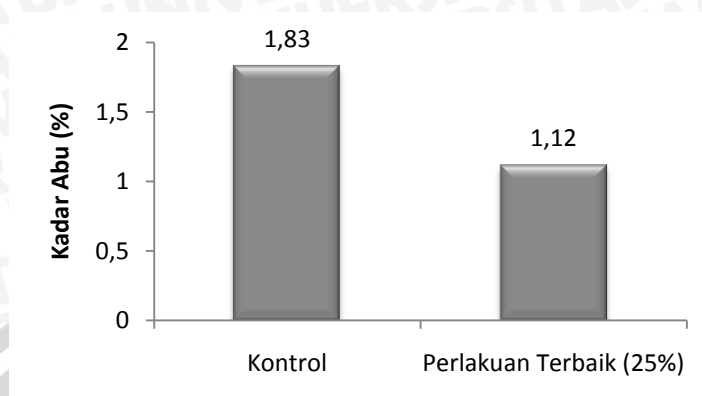
4.3.6 Kadar Abu

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.*, 1997).

Menurut Winarno (2002) 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.

Menurut Sumardi dan Sasmito (2007), kadar abu suatu bahan adalah kadar residu hasil pembakaran komponen-komponen organik di dalam suatu bahan. Penentuan kadar abu didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi sekitar 500°C sampai 600°C) terhadap semua senyawa organik dalam bahan. Penentuan kadar abu digunakan untuk bahan atau hasil perikanan beserta produk olahannya yang telah kering dan diketahui kadar airnya.

Hasil pengujian kadar abu pada kontrol dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Hasil Pengujian Kadar Abu

Berdasarkan diagram pada Gambar 12, dapat dilihat kadar abu kontrol rata-rata sebesar 1,83%, sedangkan kadar abu perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) rata-rata sebesar 1,12%. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan kadar abu pada tepung buah terhadap kontrol yaitu dari 1,83% turun menjadi 1,12%. Penurunan kadar abu pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* dikarenakan perendaman dengan menggunakan asam jawa, 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* pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%).

Bila dibandingkan dengan kadar abu produk tepung mangrove *A.marina* di pasaran yang memiliki kadar abu sebesar 1,52%, pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) memiliki kadar abu lebih rendah yaitu sebesar 1,12%. Berdasarkan SNI (2006), kadar abu pada tepung maksimal 0,5% dibandingkan dengan kadar abu pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 1,83% sedangkan pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) sebesar 1,12% 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.*(1997), 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*.

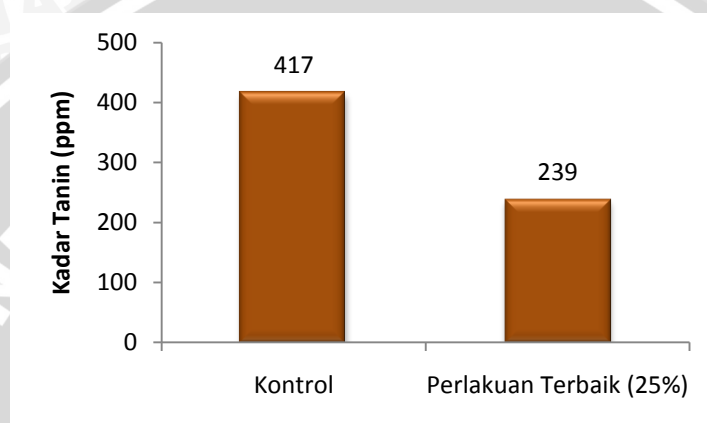
Menurut Ambarsari *et al.* (2009), tingginya kadar abu pada bahan menunjukkan tingginya kandungan mineral namun dapat juga disebabkan oleh adanya reaksi enzimatik (*browning enzymatic*) yang menyebabkan turunnya derajat putih tepung. Kadar abu yang tinggi pada bahan tepung kurang disukai karena cenderung memberi warna gelap pada produknya. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung akan semakin baik.

4.3.7 Kadar Tanin

Tanin merupakan polifenol alami dengan berat molekul lebih dari 500 g/mol. Dihitung dari proporsi biomasa pada tanaman bumi, tanin termasuk mudah terhidrolisis dan terkondensasi. Seperti halnya fenol yang lain, tanin

memiliki bilangan redox aktif membentuk kompleks dengan ion logam seperti besi (III) dan aluminium (III). Menggambarkan karakteristik tanin lainnya yaitu kebiasaan membentuk ikatan silang bergabung dengan protein (Halvorson *et al.*, 2011).

Hasil pengujian kadar tanin pada kontrol dan perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Hasil Pengujian Kadar Tanin

Berdasarkan diagram pada Gambar 13, dapat dilihat kadar tanin kontrol rata-rata sebesar 417 ppm sedangkan kadar tanin perlakuan terbaik (konsentrasi larutan asam jawa 25%) rata-rata sebesar 239 ppm. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan kadar tanin pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* terhadap kontrol yaitu dari 417 ppm turun menjadi 239 ppm. Penurunan kadar tanin ini disebabkan karena proses perendaman dengan larutan asam jawa yang dapat menghidrolisa tanin itu sendiri. Berdasarkan sifat kimia tanin menurut Risnasari (2002), 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.

Bila dibandingkan dengan produk tepung mangrove *A. marina* di pasaran memiliki kadar tanin sebesar 98 ppm, pada perlakuan terbaik (konsentrasi larutan

asam jawa 25%) memiliki kadar tanin lebih tinggi sebesar 239 ppm. Kandungan tanin berdasarkan nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*) dalam bahan makanan adalah sebesar 560 ppm (Priyono *et al.*, 2010), berarti dapat dikatakan bahwa kadar tanin pada tepung mangrove sebesar 417 ppm dan pada perlakuan terbaik 239 ppm ini sudah memenuhi standar tepung pada makanan sehingga aman untuk dikonsumsi. Kadar tanin yang tinggi menyebabkan rasa pahit pada bahan makanan. Senyawa ini bersifat karsinogenik apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebih dan kontinyu.

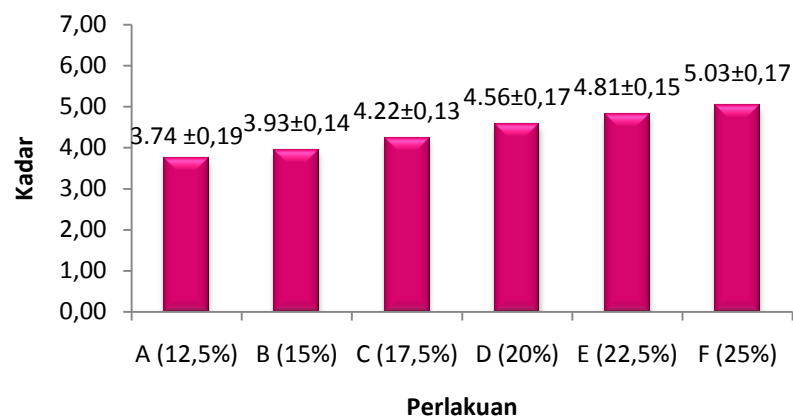
Menurut Priyono *et al.* (2010), perebusan dan perendaman disamping menginaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan menghilangkan racun-racun yang ada pada buah antara lain dari jenis tanin dan HCN.

4.4 Uji Organoleptik

Uji organoleptik pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) meliputi parameter rasa dan aroma. Panelis yang digunakan dalam uji organoleptik terhadap identifikasi karakteristik produk panelis ini berjumlah 25 orang.

4.4.1 Aroma

Manusia mampu mendeteksi dan membedakan lebih kurang 16 juta jenis bau dan ini lebih kecil bila dibandingkan dengan indera penciuman hewan. Bau tidak tergantung pada penglihatan, pendengaran dan sentuhan. Pada umumnya bau yang diterima oleh hidung dan otak lebih banyak merupakan berbagai ramuan atau campuran 4 (empat) bau utama yaitu : harum, asam, tengik dan hangus (Zuhra, 2006). Hasil pengujian organoleptik aroma tepung buah mangrove *Avicennia marina* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rata-rata Nilai Aroma Tepung Mangrove Api-api

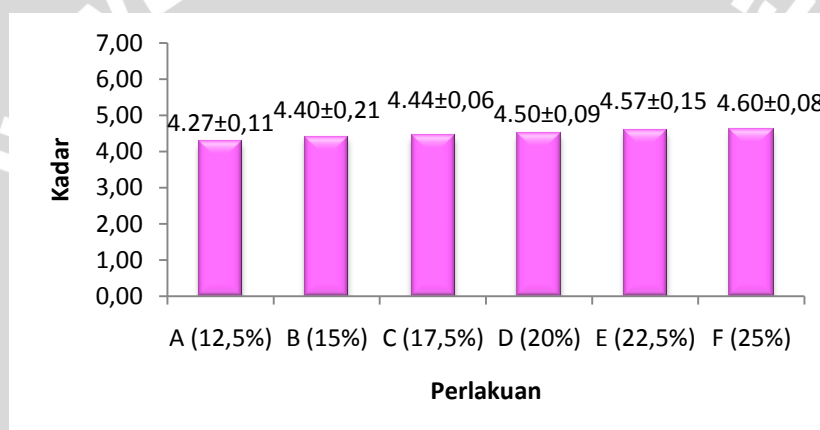
Pada Gambar 14 dapat dilihat bahwa uji skoring terhadap kriteria aroma berkisar antara 3,74 – 5,03. Tingkat rata-rata nilai kriteria aroma tertinggi menurut panelis diperoleh pada perlakuan F (konsentrasi larutan asam jawa 25%) sebesar 5,03 dan tingkat kriteria panelis terhadap aroma terendah pada perlakuan A (konsentrasi larutan asam jawa 12,5%) sebesar 3,74. Berdasarkan perhitungan statistik dengan perlakuan konsentrasi larutan asam jawa yang semakin tinggi memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma tepung *Avicennia marina* (api-api) tersebut yaitu ditunjukkan dengan $F_{hit} (38,292) > F_{5\%} (2,772)$ pada Lampiran 14. Aroma tepung mangrove dipengaruhi oleh kadar tannin dan lemak pada buah mangrove. Hasil analisis tingkat kriteria aroma terhadap tepung *Avicennia marina* (api-api) menunjukkan terjadinya kenaikan seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan asam jawa dengan lama perendaman selama 60 menit menurut panelis memberikan pengaruh aroma yang enak (berbau khas asam jawa) pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api).

Menurut Setiawan (2008), 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.

4.4.2 Rasa

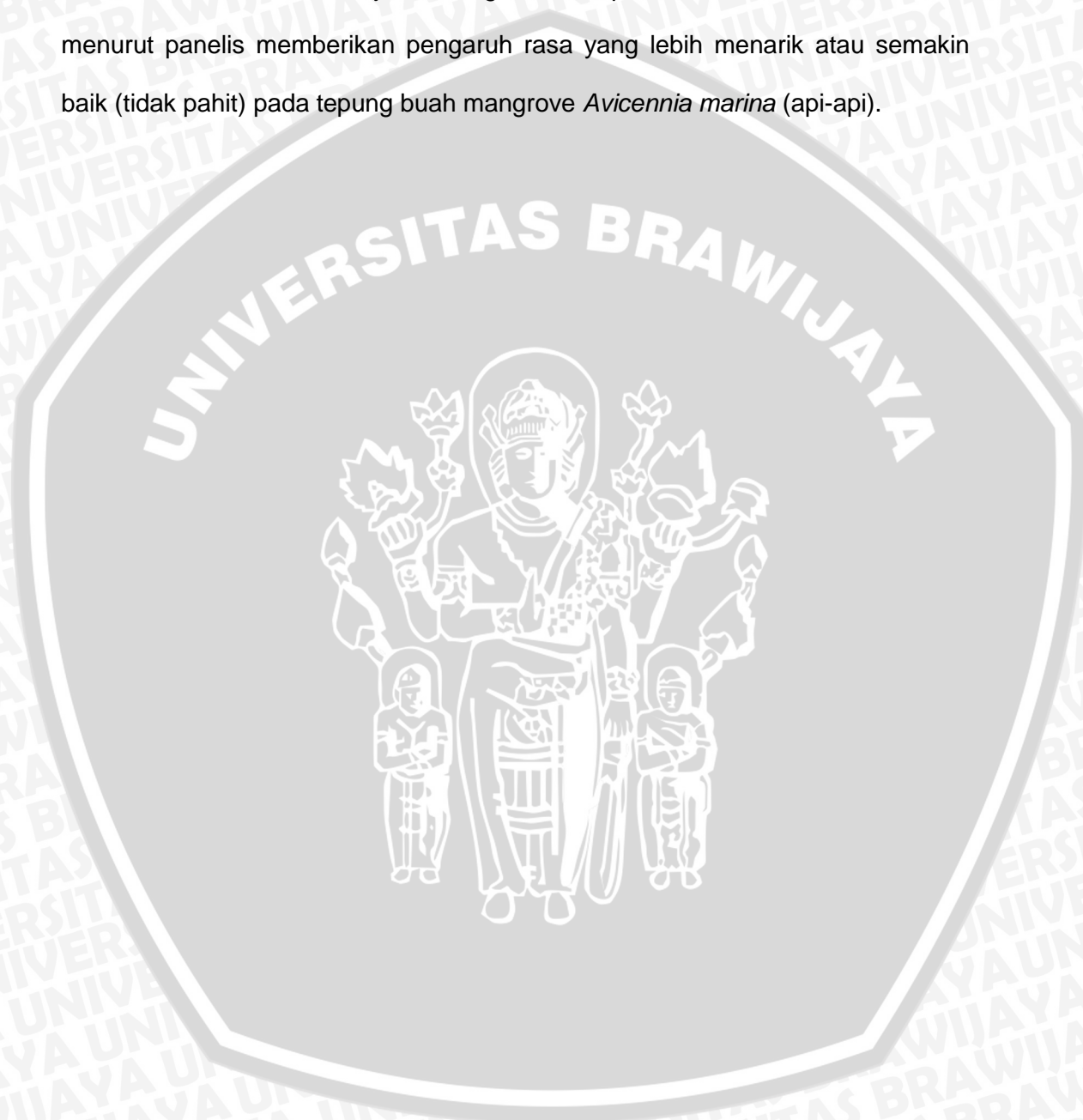
Rasa ialah sesuatu yang diterima oleh lidah. Dalam pengindraan cecapan dibagi empat cecapan utama yaitu manis, pahit, asam dan asin serta ada tambahan respon bila dilakukan modifikasi (Zuhra, 2006). Hasil pengujian organoleptik rasa tepung buah mangrove *Avicennia marina* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rata-rata Nilai Rasa Tepung Mangrove Api-api

Pada Gambar 15 dapat dilihat bahwa uji skoring terhadap kriteria rasa berkisar antara 4,27 – 4,60. Tingkat rata-rata nilai kriteria rasa tertinggi menurut panelis diperoleh pada perlakuan F (konsentrasi larutan asam jawa 25%) sebesar 4,60 dan tingkat kriteria panelis terhadap rasa terendah pada perlakuan A (konsentrasi larutan asam jawa 12,5%) sebesar 4,27. Berdasarkan perhitungan statistik dengan perlakuan konsentrasi larutan asam jawa yang semakin tinggi memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasa tepung *Avicennia marina* (api-api) tersebut yaitu ditunjukkan dengan $F_{hit} (3,529) > F_{5\%} (2,772)$ pada Lampiran 14. Rasa pahit pada tepung mangrove disebabkan oleh tingginya kadar tannin pada tepung. Dengan proses perendaman dengan larutan asam jawa,

pencucian dan perebusan dapat mengurangi kadar tannin pada tepung mangrove. Hasil analisis tingkat kriteria rasa terhadap tepung *Avicennia marina* (api-api) menunjukkan terjadinya kenaikan seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan asam jawa dengan lama perendaman selama 60 menit menurut panelis memberikan pengaruh rasa yang lebih menarik atau semakin baik (tidak pahit) pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api).



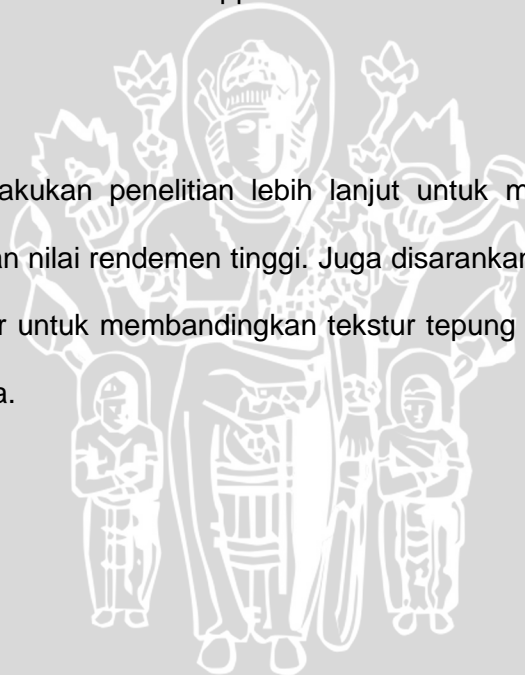
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan konsentrasi larutan asam jawa berpengaruh terhadap kandungan Pb tepung *Avicennia marina*
2. Konsentrasi optimal larutan asam jawa 25% (perlakuan terbaik) dapat menghasilkan tepung *Avicennia marina* dengan nilai reduksi 69% dan kandungan Pb paling rendah yaitu 0,30 ppm dengan kadar karbohidrat 86,45%; kadar air 4,81%; kadar protein 3,75%; kadar lemak 0,47%; kadar abu 1,12% dan kadar tanin 239 ppm.

5.2 Saran

Disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuat tepung buah mangrove dengan nilai rendemen tinggi. Juga disarankan untuk melakukan uji organoleptik tekstur untuk membandingkan tekstur tepung mangrove dengan tepung pada umumnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah R. 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Alfabeta Bandung (Hal. 42)
- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 2005. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. (Hal. 106)
- Ambarsari, I., Sarjana, A Choliq. 2009. Rekomendasi Dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar. Jurnal Standarisasi Vol.11 No.3 Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Jawa Tengah (Hal. 212-219)
- Andarwulan, N; F. Kusnandar; D. Herawati. 2011. Analisis Pangan. Penerbit Dian Rakyat: Jakarta (Hal. 100-104)
- 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. (Hal. 23)
- Arief, A. M.P. 2003. Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya. Kanisius. Yogyakarta. (Hal 14-15)
- Arisandy K.R., E.Y. Herawati, E. Suprayitno. 2012. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. Jurnal Penelitian Perikanan 1(1) ISSN: 2337-621X (Hal. 16 & 21)
- Arranz J.C. E., R.P. Roses., I.J. Jimenez., J.R. Amado., H.A. Colleo. 2010. Chemical Constituents of *Tamarindus indica* L. Leaves. Revista Cubana Quimica Vol XXII No 3 (Hal. 69)
- Bhatta R., U. Krishnamoorthy, F. Mohammed. 2001. Effect of Tamarind (*Tamarindus indica*) Seed Husk Tannins on In Vitro Rumen Fermentation. Animal Feed and Technology 90 (Hal. 144)
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet and M. Wotton. 2000. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta (Hal. 154)
- Chaundhuri, P., Bibhash N, Gavin B. 2014. Accumulation of Trace Metals in Grey Mangrove *Avicennia marina* Fine Nutritive Roots: The Role of Rhizosphere Processes. Marine Pollution Bulletin Vol.79 (Hal. 284)
- Departemen Kesehatan RI. 1996. Komponen Asam Jawa. <http://departemen-kesehatan-RI> Diakses pada 23 November 2014 pukul 16.30 WIB (Hal. 1)
- Dewi P.D., Ni Wayan S., Ida A.P.H. 2013. Pemanfaatan Tepung Buah Mangrove Jenis Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) Menjadi Kue Kering Putri Salju. Universitas Pendidikan Ganesha : Singaraja. (Hal. 2)
- Diantariani, N.P., I.W. Sudiarta dan N.K. Elantiani. 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(VI) Pada Biosorben Rumput Laut *Euचेuma spinosum*. ISN 1907-9850 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Bali (Hal. 46)

- Doughari J. H. 2006. Antimicrobial Activity of *Tamarindus indica* Linn. Tropical Journal of Pharmaceutical Research Vol.5(2), (Hal. 598)
- Dwiloka B., D.L.M.R Rasana, E. Rianto. 2006. Kandungan Logam Berat Pada Hati dan Usus Sapi yang Dipelihara di TPA Jatibarang Semarang Setelah Direbus Dengan Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus* Benth) Risalah Seminar Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (Hal 35 & 39)
- Fajriati I. 2006. Optimasi Metode Penentuan Tanin (Analisis Tanin Secara Spektrofotometri dengan Pereaksi Orto-Fenantrolin). Kaunia Vol.II No.2 (Hal. 110)
- Gaman, P. M dan K. B. Sherrington. 1994. The Science of Food. Pergamon Press. Headington Hill Hall. England. (Hal. 94)
- Habrianti D., Agus B.B., Anwar. 2013. Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dalam Makanan Jajanan, Kerang Anadara sp. Dan Urine Siswa SD Negeri Tallo Tua 69 Makassar. Universitas Hasanudin. (Hal. 3)
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Info Teknis EBONI Vol.11 No.1 (Hal. 41)
- Halvorson J.J., Javier M.G., Ann E.H. 2011. Repeated Application of Tannins and Related Phenolic Compounds Are Retained by Soil And Affect Cation Exchange Capacity. Soil Biology & Biochemistry 43 (Hal. 1139)
- 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 [PKL] (Hal. 55)
- Hartanti Y.A. 2011. Pengaruh Lama Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Kandungan Logam Berat Pb Tepung Buah Mangrove (*Avicennia marina*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya [Skripsi] (Hal. 68)
- [IOM] Institute of Medicine. 2002. Dietary Reference Intakes Fo Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. IOM. Wahsington DC (Hal. 107)
- Indasah, Asiniati A., Sugijanto, Sugianto A. 2011. Citric Acid Reduce The Content Of Pb And Cd Of Kupang Berat (*Corbula faba*). Folia Medica Indonesiana Vol.47 No.1 (Hal. 47)
- Jannah, F. 2010. Pemeriksaan Asupan Timbal Pada Sediaan Pewarna Rambut Bentuk Serbuk Yang Beredar Di Pusat Pasar Kota Medan Secara Spektrofotometri Serapan Atom [Skripsi]. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatra Utara. (Hal. 11, 12 & 14)
- Kabra K., Rubina C., R.L Sawhney. 2008. Solar Photocatalytic Removal of Cu(II), Ni(II), Zn(II) and Pb(II) : Speciation Modeling of Metal-citric Acid Complexes. Journal of Hazardous Materials 155 (Hal. 424)

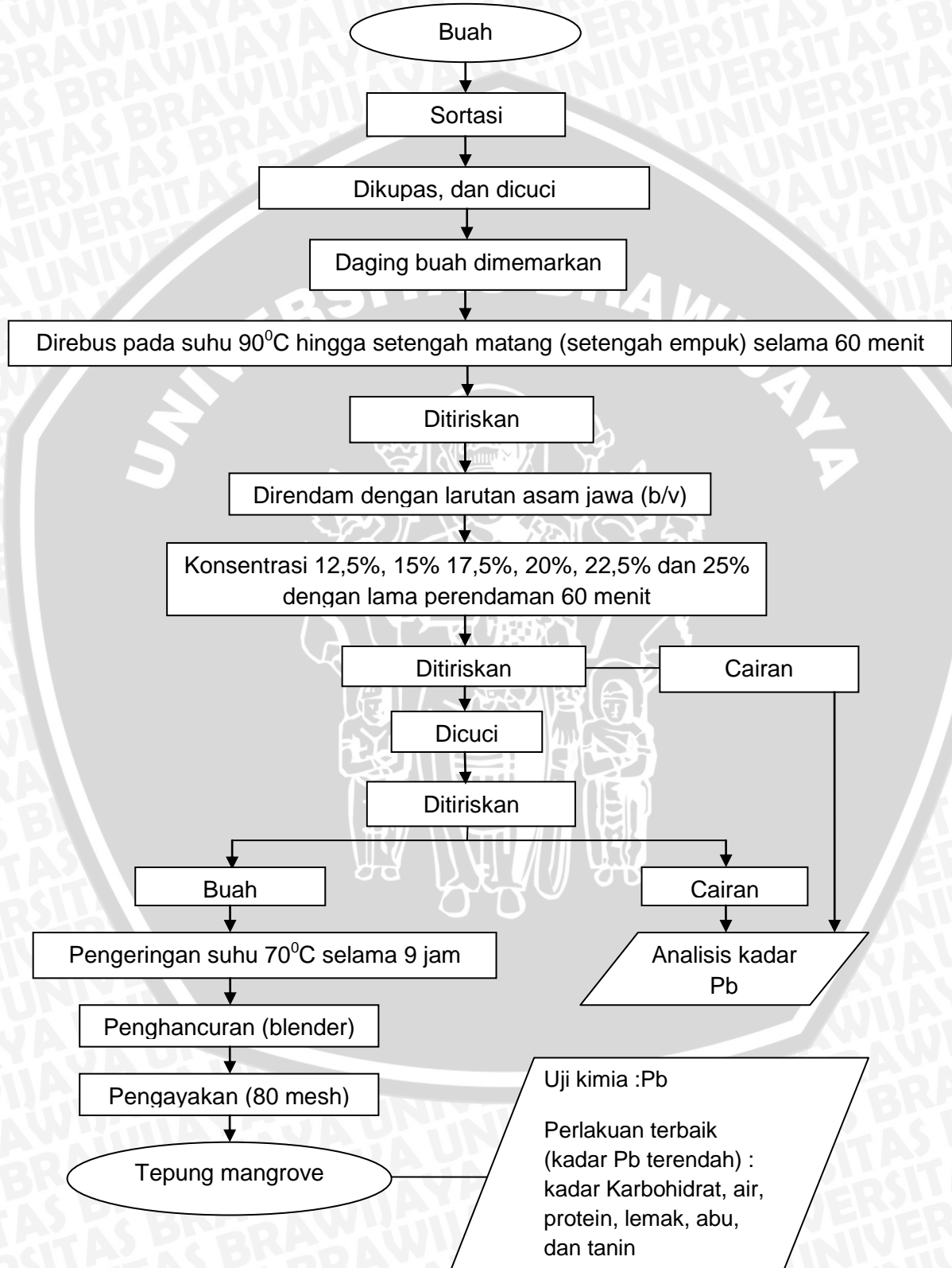
- Khasanna, K. N. 2013. Asam Sitrat Sebagai Pengawet Alami. http://kharismanurkhasanna.blogspot.com/2013/04/asam-sitrat-sebagai-pengawet-alami_22.html. Diakses pada 14 Januari 2015 (Hal. 1)
- Koentjaraningrat. 1983. Metode-Metode Penelitian Masyarakat. Gramedia. Jakarta (hal. 55)
- Maiti R., D. Jana, U.K. Das., D. Ghosh. 2004. Antidiabetic Effect of Aqueous Extract of Seed of *Tamarindus indica* in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Journal of Ethnopharmacology* 92 (Hal. 85)
- McFarlane G.R., A. Pulkownik, M.D. Burchett. 2002. Accumulation and Distribution of Heavy Metals in The Grey Mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. : Biological Indication Potential. *Environmental Pollution Journal* (Hal. 139)
- Muchtadi, E. 2009. Pengantar Ilmu Gizi. Cetakan kesatu Alfabeta Bandung. (Hal. 191)
- Mulyadi E., Rudi L., Dewi A. 2013. Fungsi Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.1 Edisi Khusus* (Hal. 35)
- Naria E. 2005. Mewaspadaai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) Di Lingkungan Terhadap Kesehatan. *Jurnal Komunikasi Penelitian Volume 17* (Hal. 66)
- Nasution F. A., 2008. Bahaya Timbal (Timah Hitam). Departemen Teknik Lingkungan – IPB. <http://fishyforum.com> Diakses pada 23 November 2014 pukul 16.00 WIB (Hal. 1)
- Nazir, M., 1988. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Bogor. (Hal 58-59).
- Oktavianus S. 2013. Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Mangrove Jenis *Avicennia marina* Terhadap Bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makasar. [Skripsi] (Hal. 4)
- Pitsari S., E. Tsoufakis, M. Loizidou. 2013. Enhanced Lead Adsorption by Unbleached Newspaper Pulp Modified With Citric Acid. *Chemical Engineering Journal* 12 23 (Hal. 18)
- Priyono A., Ilminingtyas D., Mohson, Lulut S.Y., Tengku L.H. 2010. Beragam Produk Olahan Berbahan Dasar Mangrove. *Kasemat Universitas Diponegoro* (Hal. 8, 9 & 20)
- Qiu Y. W., Yu Ke Fu Y., Gan Z., Wen-Xiong W. 2011. Accumulation and Partitioning of Seven Trace Metals in Mangroves and Sediment Cores from Three Estuarine Wetlands of Hainan Island, China. *Journal of Hazardous Materials* vol.190 (Hal. 631 & 637)
- Ranganna, S. 1986. Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. 2nd Ed. Tata McGraw-Hill Pub. Co.Ltd. New Delhi. (Hal. 68)

- Razali N., Sarni M. J., Amirah F. A. M., Senthilkumar S., Azlina A. A. 2010. Effect of Various Solvents on The Extraction of Antioxidant Phenolics From The Leaves, Seeds, Veins and Skins of *Tamarindus indica* L. Food Chemistry Journal vol.131 (Hal. 441)
- Risnasari, I. 2002. Tanin. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara. Medan.(Hal 13)
- Roopa G.S. dan V. Kasiviswanatham. 2013. Extraction of Tartaric Acid From Tamarind Pulp and Analysis Of The Acid Composition In Leave. International Journal of Students Research in Technology and Management vol 1(05) ISSN 2321-2543 (Hal. 478)
- 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 (Hal. 17 & 20)
- Sasmito B.B. 2006. Kimia Pangan, Tinjauan Karbohidrat dalam Pangan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang (Hal. 1 & 55)
- Sediaoetama, A.D. 2000. Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi. Dian Rakyat. Jakarta. (Hal 294)
- Setiawan, H. 2008. Pemanfaatan Hutan Mangrove untuk Cadangan Pangan Masyarakat Pesisir. Majalah Penyuluhan Kehutanan Kenari Edisi 06. Jakarta. (Hal. 22)
- Shanmugapriya R., T. Ramanathan, G. Renugadevi. 2012. Phytochemical Characterization and Antimicrobial Efficiency of Mangrove Plants *Avicennia marina* and *Avicennia officinalis*. International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives Vol.3 Issue 2 (Hal. 348)
- Siahaan, D. 2013. Pemahaman tentang asam tartrat. <http://fungsium.blogspot.com/2013/06/pemahaman-tentang-asam-tartrat.html> Diakses pada 14 Januari 2015 (Hal. 1)
- Sianturi G., Agus P., Kansih S. H. 2013. Kajian Bentuk Pengolahan dan Analisis Finansial Buah Api – Api Sebagai Bahan Makanan dan Minuman di Kabupaten Deli Serdang. Universitas Sumatera Utara (Hal. 99 & 102)
- Sitepu, M.J. 2009. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. P.T. Pradnya Pramita, Jakarta (Hal. 32)
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. SNI 01-3751-2006 Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan. <http://www.badan-standarisasi-nasional> Diakses pada (Hal. 1)
- Stella, A.A., F. Aprillia, M. Andriani, M. Fidelia. 2014. Penurunan Kandungan Timbal (Pb) pada Kupang (*Corbula faba*) dengan Perendaman Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). <http://www.foodchem-studio.com/2014/06/penurunan-kandungan-timbal-pb-pada.html> Diakses pada 14 Januari 2015 (Hal. 1)

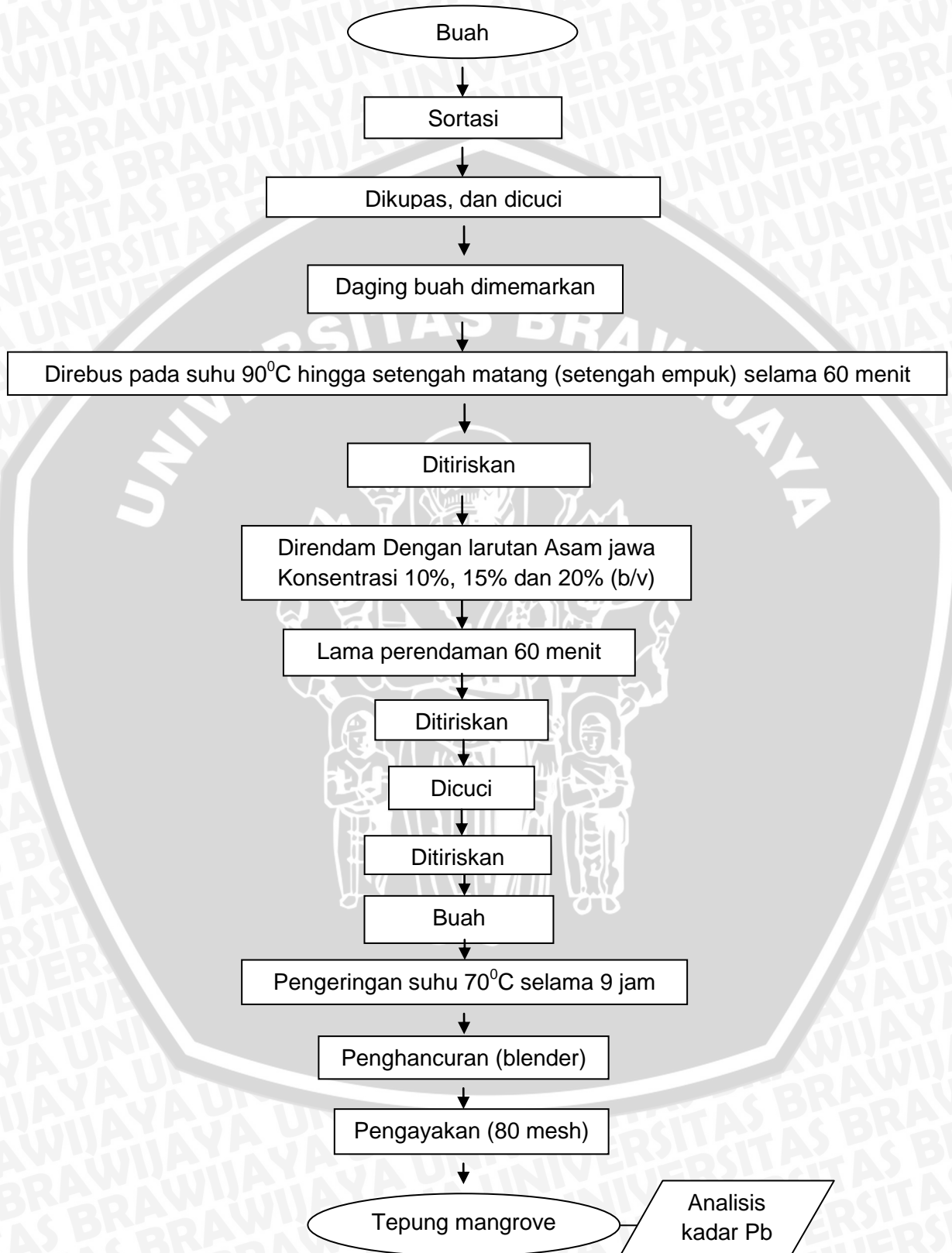
- Suarni. 2009. Prospek Pemanfaatan Tepung Jagung Untuk Kue Kering (Cookies). Jurnal Litbang Pertanian. Jakarta (Hal. 34)
- Sudarmadji S., Bambang H., Suhardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi keempat Liberty Yogyakarta (Hal. 65, 99 & 100)
- Sulistiyati T.D., S. Setyoyuono, E.Y. Herawati, Soemarno. 2013. Pb Reduction of Avicennia marina Fruit Flour by Soaking in *Citrus aurantifolia* Extract. Advances in Natural and Applied Science, 7(3): ISN 1995-0772 (Hal. 264)
- Sulistiyati T.D., S. Setyoyuono, E.Y. Herawati, Soemarno. 2013. Reduction of Lead (Pb) with Na₂ EDTA, Lime and Vinegar Acid in Fruit Processing Wheat Avicennia Marina. Journal of Food Studies Vol 2 (1) ISSN 2166-1073 (Hal. 96)
- Sumardi. J.A dan B. B Sasmito. 2007. Petunjuk Praktikum Metode Analisa dan Manajemen Laboratorium. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Malang (Hal. 14 & 18)
- Supriatna N., Eman S., Idang K. 2010. Informasi Singkat Benih Avicennia marina (Forsk) Vierh. Balai Perbeihan Tanaman Hutan Jawa dan Madura. (Hal. 1)
- Susanto, T dan B. Saneto. 1994. Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian. PT. Bina Ilmu. Surabaya (Hal. 25 & 67)
- Tayade P. M., S N Borde, S A Jagtap, V P Patil, G Vainishnav, Y R Girbane, Swapnil C, Shaikh Z. 2010. Effect Of Tamarindus indica Linn. Against Isolated Goat Tracheal and Guinea Pig Ilium Preparation. Internattional Journal of Comprehensive Pharmacy 2 ISSN 0976-8157 (Hal. 1)
- Tril U., Juana F. L., Jose A. P. A., Manuel V.M. 2014. Chemical, Phhysicochemical, Technological, Antibacterial and Antioxidant Properties of Rich-Fibre Powder Extract Obtained From Tamarind (*Tamarindus indica* L). Industrial Crops and Products Journal vol.55 (Hal. 156)
- Winarno, F.G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia. Jakarta (Hal. 8-10, 29-31 & 86).
- Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria – Decision Making*. McGraw-Hill Book Company. New York (Hal. 85-87)
- Zhou, Y.-W., Zhao, B., Peng, Y.-S., & Chen, G.-Z. (2010). Influence of mangrove reforestation on heavy metal accumulation and speciation in intertidal sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 60(8), (Hal. 1319 & 1323)
- Zuhra, C.F. 2006. Cita Rasa (Flavor). Departemen Kimia FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan. (Hal. 2 & 5)

LAMPIRAN

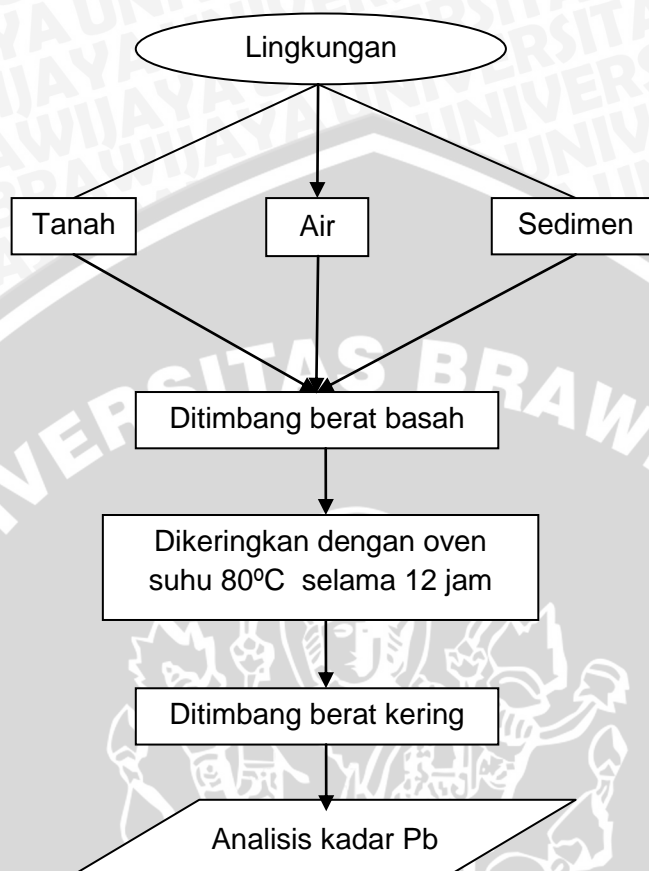
Lampiran 1. Diagram alir Pembuatan Tepung Mangrove *Avicennia marina*



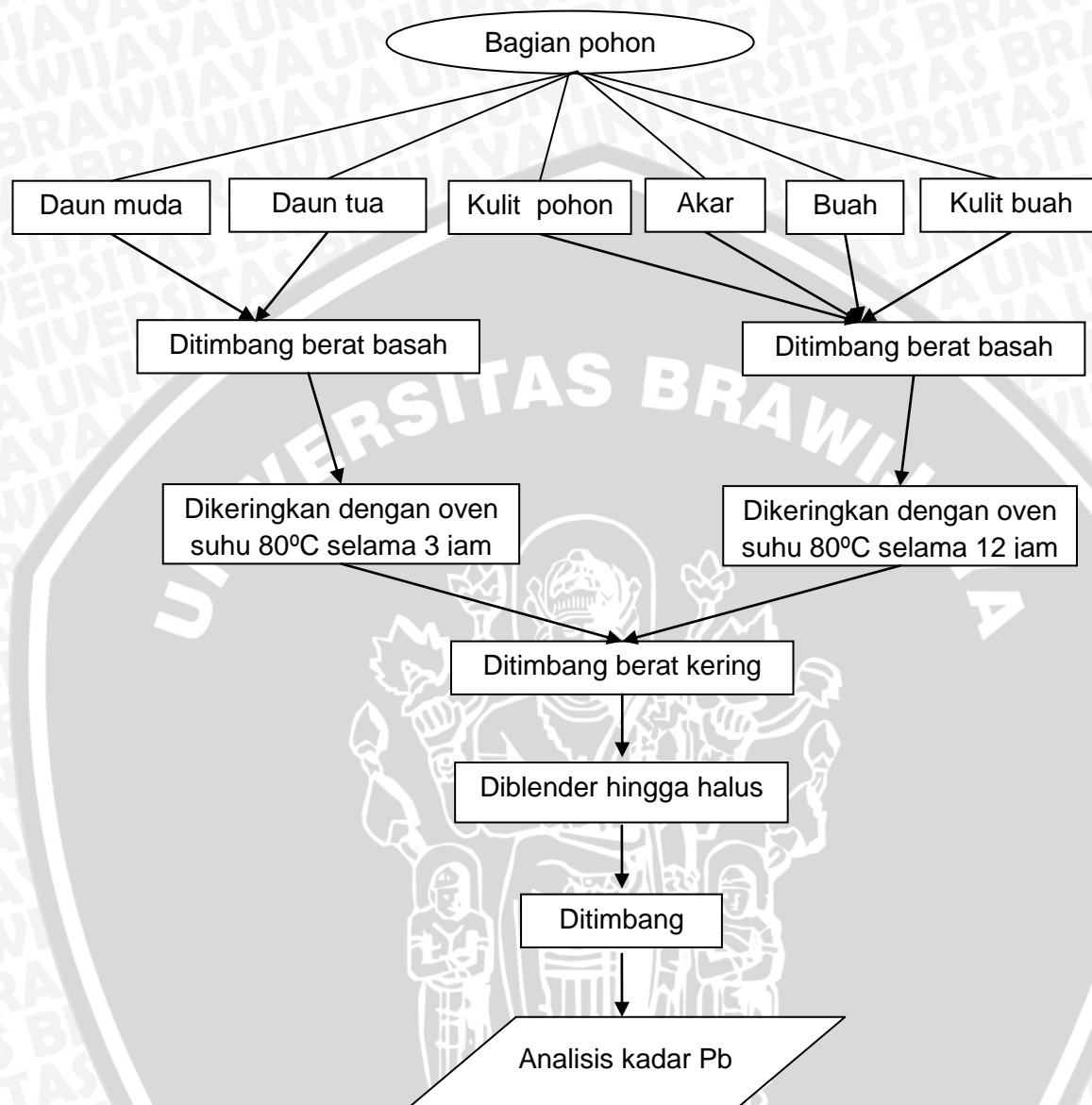
Lampiran 2. Diagram Pembuatan Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina*
Dengan Perendaman Asam Jawa Pada Penelitian Pendahuluan



Lampiran 3. Diagram Pembuatan Sampel Kering Analisis Kadar Pb
Lingkungan dengan metode AAS



Lampiran 4. Diagram Pembuatan Sampel Kering Analisis Kadar Pb Bagian Pohon *Avicennia marina*.



Lampiran 5. Prosedur Analisis Penentuan Logam Berat (Pb) Pada Sampel Padat dan Cair

a. Sampel Padat

1. Ditimbang sampel ± 2 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 HNO_3 pekat dan dipanaskan sampai asat, dinginkan
4. Ditambahkan 0,5 cc HNO_3 pekat dan 15 cc aquades dan kocok dengan batang pengaduk
5. Dipanaskan perlahan-lahan pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit kemudian didinginkan
6. Disaring ke labu 100 cc dan ditambahkan aquades sampai tanda batas
7. Baca dengan AAS dengan memakai lampu katode yang sesuai

b. Sampel Cair

1. Diambil contoh 25 cc
2. Ditambahkan 5 cc HNO_3 pekat dan dipanaskan sampai asat, didinginkan. Ditambahkan 0,5 cc HNO_3 pekat 15 cc aquades dan kocok dengan batang pengaduk
3. Dipanaskan perlahan-lahan pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$ 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

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

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



Lampiran 6. Prosedur Analisis Kadar Air (*Thermogravimetri*)

Perlakuan yang dilakukan dalam penentuan kadar air ini yaitu :

1. Dikeringkan botol timbang bersih dalam oven bersuhu 105 °C 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 105 °C 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:

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



Lampiran 7. Prosedur Analisis Kadar Protein (Titrasi Formol)

Cara kerja pengujian protein metode titrasi formol antara lain :

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 37°C 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 :

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

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

Lampiran 8. Prosedur Analisis Kadar Lemak (Metode Goldfish)

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 penahan 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 :

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

Lampiran 9. Prosedur Analisis Kadar Abu (Metode Kering)

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:

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



Lampiran 10. Prosedur Analisis Kadar Tanin

Prosedur penentuan kadar tanin adalah seperti dijelaskan berikut ini:

1. Sebanyak ± 1 g sampel yang telah dihaluskan digunakan untuk penentuan kandungan tanin.
2. Ditambahkan 80 cc air suling, dididihkan 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 $\text{KMnO}_4 = 0,0253$ N sampai berwarna kuning keemasan.
6. Kandungan tanin dalam sampel dihitung dengan persamaan berikut:

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

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

Lampiran 11. Data Kadar Pb

- Kadar Pb tepung buah *Avicennia marina*

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | Total | Rerata |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| Kontrol | 0.98 | 0.886 | 1.091 | 0.95 | 3.907 | 0.98 |
| A (12,5) | 0.654 | 0.571 | 0.681 | 0.631 | 2.537 | 0.63 |
| B (15) | 0.554 | 0.612 | 0.554 | 0.571 | 2.291 | 0.57 |
| C (17,5) | 0.503 | 0.544 | 0.481 | 0.558 | 2.086 | 0.52 |
| D (20) | 0.38 | 0.421 | 0.448 | 0.402 | 1.651 | 0.41 |
| E (22,5) | 0.408 | 0.381 | 0.38 | 0.345 | 1.514 | 0.38 |
| F (25) | 0.341 | 0.272 | 0.281 | 0.301 | 1.195 | 0.30 |

- Kadar Pb air rendaman

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | Total | Rerata |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| A (12,5) | 0.315 | 0.331 | 0.318 | 0.325 | 1.289 | 0.32 |
| B (15) | 0.362 | 0.38 | 0.362 | 0.344 | 1.448 | 0.36 |
| C (17,5) | 0.418 | 0.422 | 0.41 | 0.452 | 1.702 | 0.43 |
| D (20) | 0.452 | 0.48 | 0.501 | 0.468 | 1.901 | 0.48 |
| E (22,5) | 0.602 | 0.622 | 0.618 | 0.592 | 2.434 | 0.61 |
| F (25) | 0.682 | 0.641 | 0.652 | 0.694 | 2.669 | 0.67 |

- Kadar Pb air cucian

| PERLAKUAN | ULANGAN | | | | Total | Rerata |
|-----------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | | |
| A (12,5) | 0.152 | 0.13 | 0.168 | 0.128 | 0.578 | 0.14 |
| B (15) | 0.162 | 0.168 | 0.144 | 0.1148 | 0.5888 | 0.15 |
| C (17,5) | 0.192 | 0.208 | 0.184 | 0.211 | 0.795 | 0.20 |
| D (20) | 0.228 | 0.24 | 0.216 | 0.208 | 0.892 | 0.22 |
| E (22,5) | 0.284 | 0.261 | 0.264 | 0.246 | 1.055 | 0.26 |
| F (25) | 0.302 | 0.29 | 0.287 | 0.298 | 1.177 | 0.29 |

Lampiran 12. Hasil Analisa Sidik Ragam Kadar Pb

One-way ANOVA: kadar pb versus konsentrasi

Factor Information

| Factor | Levels | Values |
|-------------|--------|------------------|
| konsentrasi | 6 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-------------|----|---------|----------|---------|---------|
| konsentrasi | 5 | 0.32466 | 0.064931 | 58.51 | 0.000 |
| Error | 18 | 0.01998 | 0.001110 | | |
| Total | 23 | 0.34463 | | | |

Model Summary

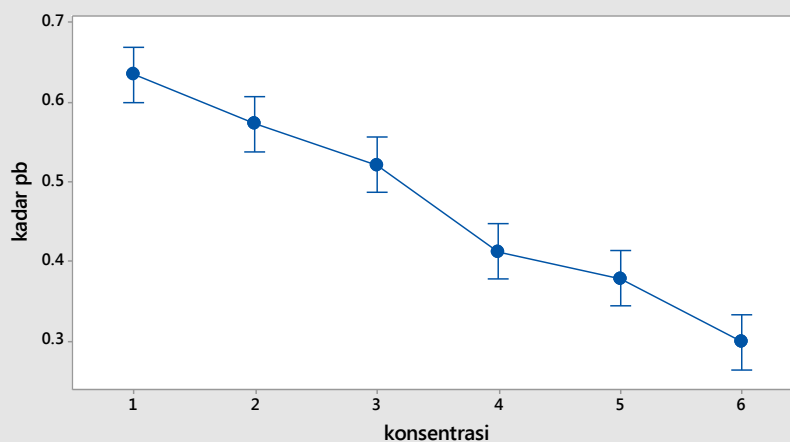
| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|-----------|--------|-----------|------------|
| 0.0333125 | 94.20% | 92.59% | 89.70% |

Means

| konsentrasi | N | Mean | StDev | 95% CI |
|-------------|---|--------|--------|------------------|
| 1 | 4 | 0.6342 | 0.0469 | (0.5993, 0.6692) |
| 2 | 4 | 0.5727 | 0.0274 | (0.5378, 0.6077) |
| 3 | 4 | 0.5215 | 0.0357 | (0.4865, 0.5565) |
| 4 | 4 | 0.4127 | 0.0289 | (0.3778, 0.4477) |
| 5 | 4 | 0.3785 | 0.0258 | (0.3435, 0.4135) |
| 6 | 4 | 0.2988 | 0.0307 | (0.2638, 0.3337) |

Pooled StDev = 0.0333125

Interval Plot of kadar pb vs konsentrasi
95% CI for the Mean



The pooled standard deviation was used to calculate the intervals.

Lampiran 13. Data dan Hasil Analisa Perlakuan Terbaik (Zeleny, 1982)

| parameter | A | B | C | D | E | F |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| air rendaman | 0.32 | 0.36 | 0.43 | 0.48 | 0.61 | 0.67 |
| air cucian | 0.14 | 0.15 | 0.2 | 0.22 | 0.26 | 0.29 |
| tepung | 0.63 | 0.57 | 0.52 | 0.41 | 0.38 | 0.3 |

| | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| dk rendaman | 0.478 | 0.537 | 0.642 | 0.716 | 0.910 | 1.000 |
| dk cucian | 0.483 | 0.517 | 0.690 | 0.759 | 0.897 | 1.000 |
| dk tepung | 0.476 | 0.526 | 0.577 | 0.732 | 0.789 | 1.000 |

| | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| λ | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 | 0.333 |
| L1 | 0.521 | 0.473 | 0.364 | 0.264 | 0.135 | 0.000 |
| L2 | 0.091 | 0.075 | 0.045 | 0.023 | 0.007 | 0.000 |
| L maksimal | 0.175 | 0.161 | 0.141 | 0.095 | 0.070 | 0.000 |
| jumlah | 0.786 | 0.709 | 0.550 | 0.382 | 0.212 | 0.000 |

| parameter | A | B | C | D | E | F |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| air rendaman | 0.159 | 0.179 | 0.214 | 0.239 | 0.303 | 0.333 |
| air cucian | 0.161 | 0.172 | 0.230 | 0.253 | 0.299 | 0.333 |
| tepung | 0.159 | 0.175 | 0.192 | 0.244 | 0.263 | 0.333 |
| jumlah | 0.479 | 0.527 | 0.636 | 0.736 | 0.865 | 1.000 |
| L1 | 0.521 | 0.473 | 0.364 | 0.264 | 0.135 | 0.000 |

| parameter | A | B | C | D | E | F |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| air rendaman | 0.030 | 0.024 | 0.014 | 0.009 | 0.001 | 0.000 |
| air cucian | 0.030 | 0.026 | 0.011 | 0.006 | 0.001 | 0.000 |
| tepung | 0.030 | 0.025 | 0.020 | 0.008 | 0.005 | 0.000 |
| L2 | 0.091 | 0.075 | 0.045 | 0.023 | 0.007 | 0.000 |

| parameter | A | B | C | D | E | F |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| air rendaman | 0.174 | 0.154 | 0.119 | 0.095 | 0.030 | 0.000 |
| air cucian | 0.172 | 0.161 | 0.103 | 0.080 | 0.034 | 0.000 |
| tepung | 0.175 | 0.158 | 0.141 | 0.089 | 0.070 | 0.000 |
| L maksimal | 0.175 | 0.161 | 0.141 | 0.095 | 0.070 | 0.000 |

Lampiran 14. Hasil analisa ANOVA Parameter Organoleptik Rasa dan Aroma dari Tepung Buah *Avicennia marina*

One-way ANOVA: Rasa versus konsentrasi

Factor Information

| Factor | Levels | Values |
|-------------|--------|------------------|
| konsentrasi | 6 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-------------|----|--------|---------|---------|---------|
| konsentrasi | 5 | 0.2933 | 0.05867 | 3.26 | 0.029 |
| Error | 18 | 0.3240 | 0.01800 | | |
| Total | 23 | 0.6173 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|--------|-----------|------------|
| 0.134164 | 47.52% | 32.94% | 6.70% |

Means

| konsentrasi | N | Mean | StDev | 95% CI |
|-------------|---|--------|--------|------------------|
| 1 | 4 | 4.2700 | 0.1194 | (4.1291, 4.4109) |
| 2 | 4 | 4.400 | 0.219 | (4.259, 4.541) |
| 3 | 4 | 4.4400 | 0.0653 | (4.2991, 4.5809) |
| 4 | 4 | 4.5000 | 0.0952 | (4.3591, 4.6409) |
| 5 | 4 | 4.5700 | 0.1579 | (4.4291, 4.7109) |
| 6 | 4 | 4.6000 | 0.0864 | (4.4591, 4.7409) |

Pooled StDev = 0.134164

| konsentrasi | N | Mean | Grouping |
|-------------|---|--------|----------|
| 6 | 4 | 4.6000 | A |
| 5 | 4 | 4.5700 | A B |
| 4 | 4 | 4.5000 | A B |
| 3 | 4 | 4.4400 | A B |
| 2 | 4 | 4.400 | A B |
| 1 | 4 | 4.2700 | B |



One-way ANOVA: Aroma versus konsentrasi

Factor Information

| Factor | Levels | Values |
|-------------|--------|------------------|
| konsentrasi | 6 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|-------------|----|--------|---------|---------|---------|
| konsentrasi | 5 | 5.1099 | 1.02199 | 38.29 | 0.000 |
| Error | 18 | 0.4804 | 0.02669 | | |
| Total | 23 | 5.5903 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|----------|--------|-----------|------------|
| 0.163367 | 91.41% | 89.02% | 84.72% |

Means

| konsentrasi | N | Mean | StDev | 95% CI |
|-------------|---|--------|--------|------------------|
| 1 | 4 | 3.7400 | 0.1918 | (3.5684, 3.9116) |
| 2 | 4 | 3.9300 | 0.1438 | (3.7584, 4.1016) |
| 3 | 4 | 4.2200 | 0.1327 | (4.0484, 4.3916) |
| 4 | 4 | 4.5600 | 0.1728 | (4.3884, 4.7316) |
| 5 | 4 | 4.8100 | 0.1545 | (4.6384, 4.9816) |
| 6 | 4 | 5.0300 | 0.1770 | (4.8584, 5.2016) |

Pooled StDev = 0.163367

| konsentrasi | N | Mean | Grouping |
|-------------|---|--------|----------|
| 6 | 4 | 5.0300 | A |
| 5 | 4 | 4.8100 | A B |
| 4 | 4 | 4.5600 | B C |
| 3 | 4 | 4.2200 | C D |
| 1 | 4 | 3.7400 | E |



Lampiran 15. Data Analisa Perlakuan Terbaik (konsentrasi Larutan Asam Jawa 25%) Terhadap Parameter

- Kadar Air

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 3.56 | 4.84 |
| 2 | 3.71 | 4.88 |
| 3 | 3.47 | 4.75 |
| 4 | 3.82 | 4.77 |
| Total | 14.56 | 19.24 |
| Rerata | 3.64% | 4.81% |

- Kadar Abu

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 1.78 | 1.15 |
| 2 | 1.93 | 1.1 |
| 3 | 1.88 | 1.13 |
| 4 | 1.73 | 1.1 |
| Total | 7.32 | 4.48 |
| Rerata | 1.83% | 1.12% |

- Kadar Lemak

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 0.67 | 0.49 |
| 2 | 0.65 | 0.44 |
| 3 | 0.66 | 0.47 |
| 4 | 0.62 | 0.48 |
| Total | 2.6 | 1.88 |
| Rerata | 0.65% | 0.47% |

- **Kadar Protein**

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|--------------|-------------------------|
| 1 | 4.27 | 3.79 |
| 2 | 4.15 | 3.74 |
| 3 | 4.2 | 3.71 |
| 4 | 4.1 | 3.76 |
| Total | 16.72 | 15 |
| Rerata | 4.18% | 3.75% |

- **Kadar Karbohidrat**

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|---------------|-------------------------|
| 1 | 88.76 | 86.46 |
| 2 | 89.12 | 85.93 |
| 3 | 88.68 | 86.56 |
| 4 | 88.96 | 86.85 |
| Total | 355.52 | 345.8 |
| Rerata | 88.88% | 86.45% |

- **Kadar Asam Sianida (HCN)**

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | 8.87 | 4.81 |
| 2 | 8.74 | 4.6 |
| 3 | 8.51 | 4.79 |
| 4 | 8.4 | 4.64 |
| Total | 34.52 | 18.84 |
| Rerata | 8.63 ppm | 4.71 ppm |

- **Kadar Tanin**

| Ulangan | Kontrol | Perlakuan Terbaik (25%) |
|---------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 423 | 241 |
| 2 | 411 | 237 |
| 3 | 418 | 233 |
| 4 | 416 | 245 |
| Total | 1668 | 956 |
| Rerata | 417 ppm | 239 ppm |

Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian Pendahuluan I

Pohon *Avicennia marina*



Lingkungan hidup *Avicennia marina*



Akar *Avicennia marina*



Batang *Avicennia marina*



Tanah



Sedimen



Daun muda



Daun tua



Buah utuh *Avicennia marina*



Daging buah 1



Daging buah 2



Putik



Lampiran 17. Dokumentasi Pembuatan Tepung Mangrove *Avicennia marina*

Larutan Asam Jawa



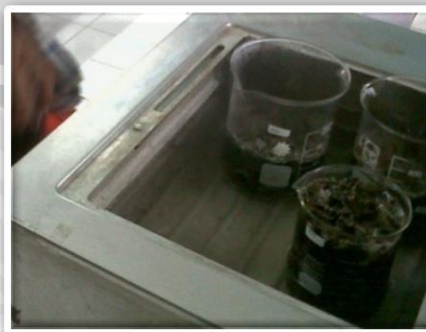
Pememaran Buah Mangrove



Penimbangan



Perebusan



Penirisan I



Penambahan larutan Asam Jawa



Perendaman dengan larutan asam jawa



Penirisan II



Persiapan pengovenan



Pengovenan



Buah Mangrove *Avicennia marina* kering



Penepungan



Tepung Mangrove *Avicennia marina*

