

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Langkah pertama sebelum melakukan penelitian inti ialah dengan melakukan penelitian pendahuluan. Penelitian pendahuluan tersebut dibagi menjadi 3 tahap, antara lain:

#### 4.1.1 Penelitian Pendahuluan 1

Tujuan dari penelitian pendahuluan 1 adalah untuk mengetahui kadar Pb serta lingkungan hidup dari jenis mangrove *Avicennia marina* (api-api) dan pada bagian tanaman mangrove jenis *Avicennia marina* (api-api). Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama yaitu penyiapan sampel dan tahap kedua yaitu analisis kadar Pb.

Tahap pertama, dilakukan penyiapan sampel basah dari masing-masing bagian mangrove yang terdiri dari akar, daun muda, daun tua, tanah, sedimen, dan bagian buah (kulit, buah bagian dalam, buah bagian luar, dan putik). Kemudian dari semua bahan ditimbang (A) dan dioven sampai kering pada suhu 70°C selama 12 jam, kemudian ditimbang kembali (B) lalu diblender hingga halus, setelah menjadi bubuk ditimbang sebanyak 2 g dan dianalisis kadar Pb-nya dengan metode AAS. Hasil analisis yang menunjukkan hasil analisis logam berat Pb pada masing-masing bagian mangrove dari jenis *Avicennia marina* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar Pb *Avicennia marina* (api-api) dan Lingkungan pada Penelitian Pendahuluan 1

No.	Bagian	Kandungan Pb (ppm)
1.	Sedimen	13,54
2.	Putik	4,68
3.	Tanah	4,38
4.	Kulit pohon	2,86
5.	Batang	2,34
6.	Kulit luar buah	2,29
7.	Lapisan daging buah 2	1,66
8.	Lapisan daging buah 1	1,33
9.	Akar	1,66
10.	Daun tua	0,95
11.	Daun muda	0,41
12.	Air	0,215

Dari data tersebut dapat dibahas bahwa kandungan Pb tertinggi pada tanaman mangrove dari jenis *Avicennia marina* (api-api) terdapat pada putik dengan kandungan Pb sebesar 4,68% dan untuk kandungan Pb terendah pada daun muda dengan kandungan Pb sebesar 0,41%. Sedangkan pada lingkungan tempat tumbuh mangrove jenis *Avicennia marina* (api-api) kandungan Pb tertinggi terdapat pada sedimen dengan kadar Pb sebesar 13,54% dan kadar terendah pada air dengan kadar Pb sebesar 0,215%.

Pada beberapa penelitian menuliskan bahwa pada tumbuhan mangrove *Avicennia marina* (api-api) kandungan Pb paling besar pada bagian akar. Seperti

pada penelitian oleh Ali dan Rina (2010) bahwa, dikarenakan akar merupakan organ tanaman yang kontak langsung dengan media tanam dan sekaligus berfungsi menyerap unsur hara kemudian ditranslokasikan ke bagian organ lain. Maka semakin lama pemaparan semakin banyak pula logam berat yang diakumulasi oleh akar tumbuhan mangrove tersebut. Selain itu dalam penelitian oleh Panjaitan (2009) bahwa, besarnya kandungan logam berat Pb di akar kawat diduga karena lebih banyak variasi dan interaksi dengan sedimen yang telah mengandung banyak logam berat yang mengendap. Rendahnya kadar Pb pada bagian akar pada tumbuhan mangrove *Avicennia marina* (api-api) yang diambil dari daerah Wonorejo kota Surabaya diduga karena area pengambilan sampel dekat dengan area tambak ikan dan udang sehingga dimungkinkan karena sering terjadinya sirkulasi air tambak sehingga menyebabkan rendahnya kadar Pb pada bagian akar tersebut.

Sedangkan pada analisis lingkungan tempat tumbuh mangrove jenis *Avicennia marina* (api-api) didapatkan kadar Pb paling besar yaitu sebesar 13,54 ppm, sedangkan kadar Pb terendah terdapat pada air. Hal ini diduga logam berat mengendap pada sedimen sehingga menyebabkan kadar Pb pada sedimen lebih tinggi. Menurut Hutagalung (1991), Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air.

Selain itu, pada penelitian pendahuluan pertama juga dilakukan analisis proksimat pada buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) segar. Analisis buah mangrove segar meliputi analisis kimia yaitu kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu, tannin, pH dan HCN. Adapun hasil dari penelitian pendahuluan 1

analisis proksimat buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) segar dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Analisis Proksimat Penelitian Pendahuluan 1 pada Buah Mangrove *Avicennia marina* (api-api) segar**

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

Berdasarkan data di atas menunjukkan dalam buah segar mangrove *Avicennia marina* (api-api) mengandung kadar protein sebesar 3,90 %, kadar lemak 1,80%, kadar air 34,88%, kadar abu 1,32%, kadar karbohidrat 50,82%, kadar tannin 689 ppm, kadar HCN 8,37 ppm, dan kadar Pb 1,50%.

#### 4.1.3 Penelitian Pendahuluan 2

Pada penelitian pendahuluan ketiga bertujuan mengetahui lama perendaman dalam larutan asam cuka dengan konsentrasi 25% untuk menghasilkan kadar Pb paling rendah yang selanjutnya akan digunakan pada proses penelitian inti. Pada penelitian pendahuluan kedua lama perendaman yang digunakan ialah 30, 60, 90, dan 120 menit adapun prosedur penelitian pendahuluan 2 dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari hasil uji kadar Pb pada penelitian pendahuluan kedua diperoleh hasil yang terbaik ialah lama

perendaman dengan larutan asam cuka 25% selama 120 menit. Adapun penelitian pendahuluan kedua adalah lama perendaman asam cuka yang dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini :

**Tabel 8. Hasil Penelitian Pendahuluan 2**

Lama Perendaman (menit)	Kadar Pb (ppm)	pH	Tanin
<b>Kontrol</b>	<b>1,96</b>	<b>4,53</b>	<b>757</b>
<b>30</b>	<b>0,65</b>	<b>3,77</b>	<b>350</b>
<b>60</b>	<b>0,57</b>	<b>3,65</b>	<b>325</b>
<b>90</b>	<b>0,46</b>	<b>3,57</b>	<b>280</b>
<b>120</b>	<b>0,41</b>	<b>3,50</b>	<b>250</b>

Kandungan Pb terbesar pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yaitu pada lama perendaman 30 menit yaitu sebesar 0,65 ppm, sedangkan kandungan Pb terkecil yaitu pada lama perendaman 120 menit yaitu 0,41 ppm. Dari data tersebut dapat pula disimpulkan dengan perlakuan lama perendaman dalam larutan asam cuka dengan lama waktu 120 menit menunjukkan kadar pH yang semakin rendah dan kadar tanin yang semakin rendah pula. Akan tetapi dalam hasil tepung buah mangrove *Avicennia Marina* (api-api) menghasilkan aroma (berbau khas asam cuka) yang sangat asam, hal ini dimungkinkan karena pada waktu penelitian menggunakan konsentrasi asam cuka sebesar 25%. Adapun skema kerja dari penelitian pendahuluan kedua dapat dilihat pada Lampiran 3.

#### 4.2 Hasil Penelitian Inti

Pada penelitian ini perlakuan yang digunakan ialah lama perendaman yang berbeda menggunakan asam cuka dengan konsentrasi 15% pada pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api). Lama perendaman yang digunakan ialah 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Hasil penelitian pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) terdiri dari parameter kimia yaitu: kadar Pb, air, protein, lemak, abu, karbohidrat, HCN, pH, dan tannin. Hasil analisis parameter kimia yaitu untuk kadar Pb tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) disajikan pada Tabel 9. Adapun skema kerja dari penelitian inti kedua dapat dilihat pada lampiran 3.

**Tabel 9. Hasil Analisis Kadar Pb (timbangan) Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (api-api)**

Lama Perendaman (menit)	Kadar Pb (ppm)
Kontrol	1,78 ± 0,04320
A (15 menit)	0,98 ± 0,08057
B (30 menit)	0,69 ± 0,06351
C (45 menit)	0,60 ± 0,03000
D (60 menit)	0,48 ± 0,03500
E (75 menit)	0,42 ± 0,03367
F (90 menit)	0,36 ± 0,02217

Untuk hasil analisis parameter kimia yang terdiri dari kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat, HCN, pH dan tannin didapatkan dari hasil perlakuan terbaik menggunakan metode Zeleny yaitu pada lama perendaman 90 menit dengan konsentrasi asam cuka 15% dan hasil parameter kimia tersebut disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10. Hasil Analisis Parameter Kimia Tepung Buah Mangrove  
*Avicennia marina* (api-api)**

No.	Jenis Analisis Kimia	Kontrol	Hasil Analisis (lama perendaman 90 menit)
1.	Kadar Tannin (ppm)	767	225
2.	Kadar Karbohidrat (%)	86,73	82,57
3.	Kadar HCN (ppm)	10,07	3,38
4.	Kadar Protein (%)	4,66	3,25
5.	Kadar Air (%)	3,83	3,39
6.	Kadar Abu (%)	1,90	1,20
7.	Kadar Lemak (%)	1,81	1,09
8.	Kadar pH	5	3,95

#### 4.3 Pembahasan Parameter Kimia

##### 4.3.1 Kadar Pb (Timbal)

Timbal atau yang kita kenal sehari-hari dengan timah hitam dan dalam bahasa ilmiahnya dikenal dengan kata plumbum dan logam ini disimpulkan dengan Pb. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV–A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2 adalah suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C. Pada suhu 550-600°C Pb menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II) (Palar, 1994).

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 (Naria, 2005).

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

Hasil analisis keragaman (ANOVA) pada lampiran 1 menunjukkan bahwa  $F_{hit} (85,64) > F_{tab} 5\% (2,77)$  yang artinya bahwa perlakuan lama perendaman menggunakan asam cuka memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar Pb tepung buah mangrove. Rata-rata kadar Pb tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) disajikan pada Tabel 11.

**Tabel 11. Rata-rata Kadar Pb Tepung Mangrove *Avicennia marina* (api-api)**

Lama Perendaman (menit)	Rata-rata	Notasi
Kontrol (0)	1,78 ± 0,04320	d
A (15 menit)	0,98 ± 0,08057	c
B (30 menit)	0,69 ± 0,06351	b
C (45 menit)	0,60 ± 0,03000	b
D (60 menit)	0,48 ± 0,03500	ab
E (75 menit)	0,42 ± 0,03367	a
F (90 menit)	0,36 ± 0,02217	a

Keterangan :

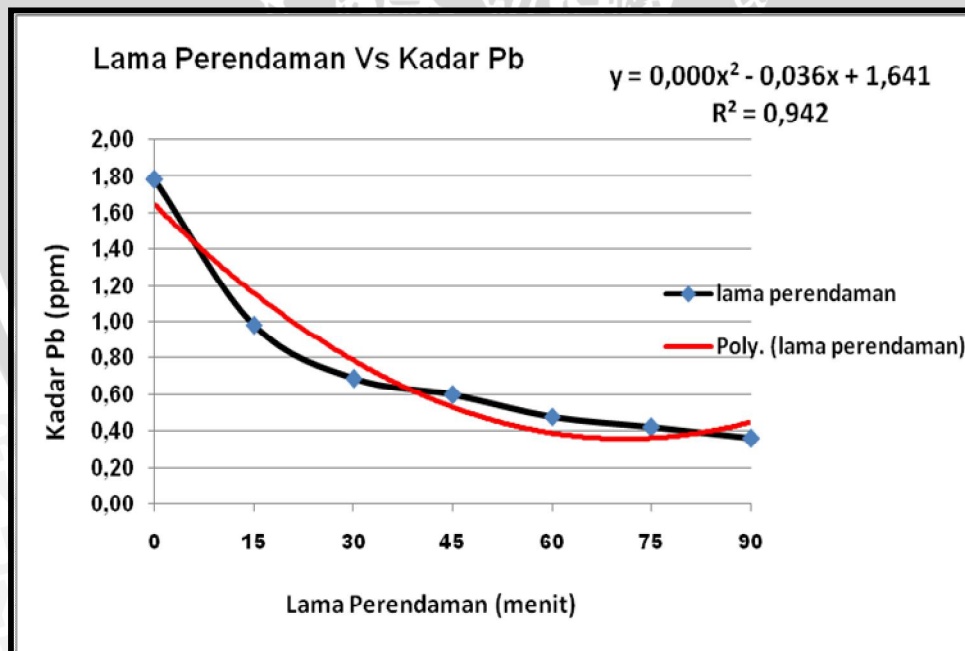
- Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata
- Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata



Berdasarkan Tabel 11. Hasil pengukuran kadar Pb pada tepung mangrove didapat kadar Pb tertinggi pada perlakuan kontrol (tanpa perendaman asam cuka) yaitu sebesar 1,78 ppm dan kadar Pb terendah terdapat pada perlakuan F (perendaman selama 90 menit) yaitu sebesar 0,36 ppm.

Untuk uji lanjut beda nyata terkecil dijelaskan bahwa pada kontrol berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, D, E, dan F. Pada perlakuan A berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan B, C, D, E, F. Pada perlakuan B dan C berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan A, E, F, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D. Pada perlakuan D berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan A, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan B, C, E, F. Pada perlakuan E dan F berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan A, B, C, dan D.

Regresi pengaruh lama perendaman terhadap nilai Pb tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) disajikan pada Gambar 13.



**Gambar 13. Regresi Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Nilai Pb Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari Gambar 9 diatas, dapat dilihat persamaan regresi antara lama perendaman terhadap nilai Pb tepung buah mangrove yaitu  $Y = 0,000x^2 - 0,036x + 1,641$  dengan  $R^2$  sebesar 0,942. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif, yang berarti apabila perlakuan lama perendaman larutan asam cuka dalam satu satuan perlakuan (15 menit) dapat menurunkan kadar Pb sampai dengan titik tertentu yaitu pada lama perendaman 90 menit. Nilai koefisien determinasi 0,942 yang artinya 94,2% penurunan kadar Pb dipengaruhi oleh lama perendaman dengan asam cuka.

Menurut Sofian, *et al.* (2010), asam cuka atau asam asetat cair adalah pelarut protik hidrofilik (polar), mirip seperti air dan etanol. Asam asetat memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6.2, sehingga ia bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur seperti sulfur dan iodin (termasuk Timbal (Pb) di dalamnya). Atom hidrogen (H) pada gugus karboksil ( $-\text{COOH}$ ) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion  $\text{H}^+$  (proton), sehingga memberikan sifat asam. Basa konjugasinya adalah asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ). Sebuah larutan 1.0 M asam asetat (kira-kira sama dengan konsentrasi pada cuka rumah) memiliki pH sekitar 2.4. Ditambahkan pula oleh Indasah *et al.* (2010), bahwa, asam cuka (asetat) terdapat 4 atom hidrogen tetapi satu atom H yang dilepaskan sebagai  $\text{H}^+$ , asam cuka (asetat) melepaskan satu elektron bebas pada gugus karboksilatnya, merupakan larutan yang bersifat asam dan mempunyai kemampuan untuk mengikat logam (*Chelating agent*). Asam cuka (asetat) merupakan asam lemah sehingga menghasilkan ion  $\text{H}^+$  yang sedikit, merupakan asam monokarboksilat yang mengandung 1 gugus karboksil ( $\text{COOH}$ ), merupakan asam lemah, molekulnya mengalami disosiasi menghasilkan ion hidrogen.

Semakin lamanya perendaman menggunakan asam cuka maka garis regresi akan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh kemampuan asam cuka menyerap logam Pb yang mana dengan semakin lama proses perendaman maka semakin banyak Pb yang dikeluarkan. Lama perendaman menggunakan asam cuka akan menurunkan kadar Pb buah mangrove. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Layly (2002) bahwa, perendaman bahan pangan yang tercemar logam berat dengan larutan asam bertujuan untuk menurunkan pH, sehingga dapat mereduksi adanya logam berat dalam bahan pangan. Adanya penurunan kadar logam berat memiliki hubungan yang positif terhadap peningkatan lama perendaman maupun konsentrasi asam.

Ion logam secara alamiah terdapat dalam bahan makanan dan di dalam tubuh dan hampir semuanya berikatan dengan protein. Interaksi kompleks antara ion logam dengan protein ada bentuk yaitu metaloenzim dan metaloprotein. Menurut Gaman dan Sherrington (1994), pada proses perendaman dengan larutan asam cuka, Pb yang terikat dalam protein membentuk senyawa metaloprotein (protein pengikat logam), maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) sehingga membentuk senyawa timbal asetat. Sedangkan menurut Layly (2002), metaloenzim adalah ini adalah subklas dari metaloprotein, dimana protein berikatan kuat dengan ion logam sehingga dianggap ikatan yang sangat stabil dan lama. Sedangkan dalam ikatan sistem metaloprotein, ion logam mudah saling bertukar dengan yang lain ikatannya sangat labil. Dengan ikatan yang labil dari metaloprotein, maka ikatan tersebut mudah lepas atau digantikan dengan ikatan yang lain. Seperti pernyataan dari Darmono (1995) yang menyatakan bahwa pada setiap keseimbangan ion logam dan protein, ion logam berkompetisi dengan hidrogen untuk tempat ikatannya. Sehingga dalam suatu keseimbangan, ikatan logam dengan protein sangat

berkurang dalam suasana asam (pH rendah). Hal ini dapat diartikan bahwa pada kondisi asam ikatan logam yang terikat pada protein berkompetisi dengan hidrogen pada asam untuk berikatan pada protein, suasana yang semakin asam menunjukkan semakin banyaknya hidrogen sehingga keseimbangan ikatan logam dengan protein berkurang.

Menurut Salamah, *et al.*, (1997), penurunan kandungan Pb ini disebabkan larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein, selain itu Pb merupakan jenis logam yang dapat larut dalam lemak. Dengan perendaman dalam larutan asam maka lemak akan membentuk emulsi yang halus dan larut didalam larutan asam sehingga dengan melarutnya lemak secara tidak langsung juga menurunkan kandungan Pb yang terdapat pada daging ikan.

Menurut Sofian, *et al.*, (2010), Sifat toksik logam Timbal terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin. Toksisitas dan sifat letal logam berat Timbal (Pb) pada tubuh biota air dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam cuka. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (asam cuka) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya. Walaupun bersifat lunak dan lentur, Pb sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam timah hitam dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 1994).

Dari hasil analisis kadar Pb menunjukkan dari perlakuan A, B, C, D, E, dan F menghasilkan tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yang memiliki kadar Pb yang rendah, untuk standart maksimal kandungan Pb (timbal) pada tepung sebesar 1,00 mg/kg (SNI, 2006), sehingga bila dibandingkan dengan Standart Nasional Indonesia (SNI) tersebut kandungan Pb tepung buah

mangrove *Avicennia marina* (api-api) memenuhi syarat karena dari semua perlakuan kandungan logam Pb kurang dari 1,00 mg/kg sehingga aman untuk dikonsumsi.

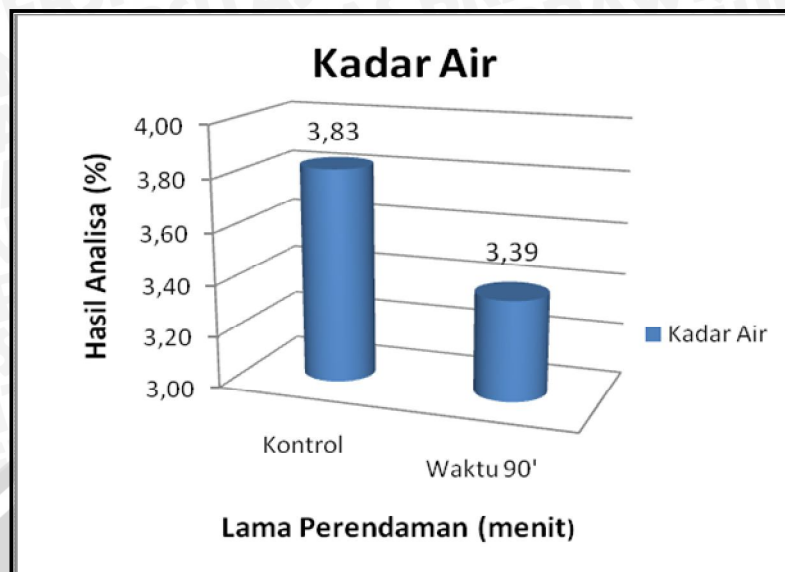
#### 4.3.2 Kadar Air

Air merupakan kandungan penting bagi banyak makanan. Air dapat berupa komponen intrasel dalam tumbuhan maupun hewan (de Man, 1996). Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability* kesegaran dan daya tahan bahan itu (Winarno, 2002).

Penentuan kadar air dengan menggunakan metode pengeringan (Thermogravimetri) dalam oven dengan cara memanaskan sampel pada suhu 100-105 °C sampai diperoleh berat konstan (Sudarmadji, *et al.*, 1996).

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.*, 1980).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar air perlakuan F jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar air tersebut yaitu 3,83% menjadi 3,39%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 14.



**Gambar 14. Diagram Silinder Nilai Kadar Air Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik kadar air menunjukkan rata-rata kadar air pada kontrol sebesar 3,83%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 90 menit rata-rata kadar air sebesar 3,39%. Kadar air pada perlakuan perendaman selama 90 menit ternyata lebih rendah daripada kadar air pada kontrol, hal ini diduga dikarenakan oleh adanya pengaruh pada saat proses pembuatan tepung yang dapat mengurangi kadar air tersebut yaitu lama perendaman dengan asam cuka 15% dan pada proses pengeringan dengan oven pada suhu 70°C selama 9-10 jam. Menurut Sinaga (2009), Ikatan polimer yang panjang mengandung air yang lebih banyak, dengan adanya asam dapat memutuskan ikatan polimer yang panjang tersebut menjadi pendek sehingga sebagian airnya menguap. Dengan lama perendaman menggunakan asam cuka 15% juga dapat mengurangi kadar air, hal ini sejalan dengan pernyataan Sulistiyati, *et al.*, (2008) yaitu daya ikat air yang menurun selama perendaman akan menyebabkan turunnya kadar air produk.

Selain itu pada pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) ini dilakukan proses pengovenan pada suhu 70°C selama 9-10 jam. Menurut

Afrianti (2008), pengeringan atau dehidrasi adalah cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan pangan dengan menggunakan energi panas. Penghilangan kadar air dengan tingkat kadar air yang sangat rendah mendekati kondisi “*bone dry*”. Panas akan dihantarkan pada air dalam bahan pangan yang hendak dikeringkan dan air akan menguap dan dipindahkan keluar dari pengering.

Dari hasil analisis kadar air menunjukkan dari perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam cuka selama 90 menit menghasilkan tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yang memiliki kadar air sebesar 3,39%, sedangkan standart maksimal kandungan kadar air pada tepung sebesar 14,5% (SNI, 2006), sehingga kadar air tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) sudah memenuhi syarat mutu dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Menurut Triyono (2010), Kadar air merupakan salah satu parameter yang cukup penting pada produk tepung karena berkaitan dengan mutu. Semakin rendah kadar airnya, maka produk tepung tersebut semakin baik mutunya karena dapat memperkecil media untuk tumbuhnya mikroba yang dapat menurunkan mutu pada produk tepung. Produk makanan yang memiliki kadar air berkisar 3-4% maka akan tercapai kestabilan yang optimum pada produk makanan tersebut. Kadar air yang rendah pertumbuhan mikroba, reaksi-reaksi kimia akan berkurang.

#### 4.3.3 Kadar Abu

Kadar abu suatu bahan adalah kadar residu hasil pembakaran semua komponen-komponen organik di dalam bahan. Penentuan kadar abu didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi sekitar 500-600°C) terhadap semua senyawa organik dalam bahan (Sumardi, *et al.*, 1992). Kadar abu digunakan untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan

mengetahui jenis bahan yang digunakan dan sebagai parameter gizi bahan makanan (Sudarmadji, *et al.*, 2003).

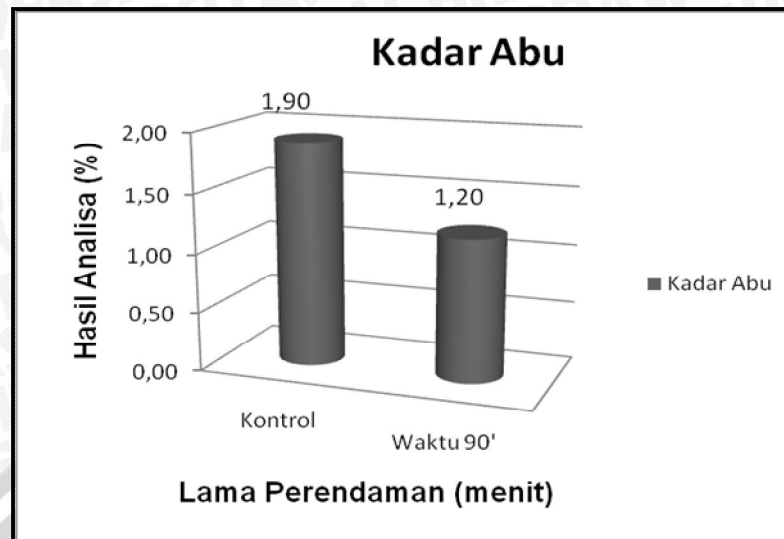
Menurut Winarno (2002) Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96 % terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Unsur mineral juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Dalam proses pembakarannya, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, 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 CO<sub>2</sub> serta NH<sub>3</sub>, sedangkan elemen tertinggal sebagai oksidasinya (Sediaoetama, 2000). Menurut Santoso, *et al.*, (2007), bahan-bahan yang menguap selama proses pembakaran berupa air dan bahan volatil lainnya akan mengalami oksidasi dengan menghasilkan CO<sub>2</sub>.

Abu tidak larut asam adalah garam-garam klorida yang tidak larut asam yang sebagian adalah garam-garam logam berat dan silika. Kadar abu tak larut asam merupakan salah satu kriteria dalam menentukan tingkat kebersihan dalam proses pengolahan (Basmal, *et al.*, 2003).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar abu perlakuan F jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar abu tersebut yaitu 1,90% menjadi 1,20%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 15.





**Gambar 15. Diagram Silinder Nilai Kadar Abu Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik kadar abu menunjukkan rata-rata kadar abu pada kontrol sebesar 1,90%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 90 menit rata-rata kadar abu sebesar 1,20%. Rendahnya kadar abu diduga ada hubungan dengan faktor-faktor dari pengolahan selama proses pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api). Faktor-faktor tersebut yaitu pencucian dengan air, perebusan, perendaman dalam larutan asam cuka, dan pengeringan dengan oven. Menurut Layla (2002), menyatakan bahwa pemakaian asam cuka dalam pembuatan marinade dapat melarutkan kalsium fosfat dan juga membantu melunakkan tulang. Beberapa mineral yang larut asam antara lain: Natrium, Klor dan Kalium (Almatsier, 2009). Tinggi rendahnya kadar abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuan yang tersisa pada proses akhir pengabuan, bukan merupakan unsur mineral seperti yang diketahui bahwa komponen abu mudah menguap pada suhu tinggi. Semakin tinggi kadar abu suatu bahan, maka akan semakin jelek proses pengolahannya dan semakin tinggi kandungan mineralnya. Mineral dalam

makanan biasanya dapat ditentukan dengan pengabuan atau insenerasi (pembakaran). Pembakaran dapat merusak senyawa organik dan meninggalkan mineral, akan tetapi jika ditentukan dengan cara ini, abu tidak akan mengandung nitrogen yang terdapat dalam protein dan beberapa hal dengan kandungan mineral yang sesuai dengan kenyataan (Anonymous, 2002).

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Mineral dalam suatu bahan merupakan garam organik (seperti garam-garam malat, oksalat, asetat dan pektat) dan garam anorganik (seperti garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat dan nitrat). Semakin tinggi kadar abu pada serat menunjukkan kualitasnya yang kurang baik, karena dalam kandungan nutrisi serat tersebut banyak terdapat mineral-mineral anorganik (Afrianti, 2004).

Dari hasil analisis kadar abu menunjukkan dari perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam cuka selama 90 menit menghasilkan tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yang memiliki kadar abu sebesar 1,20%, sedangkan standart maksimal kandungan kadar abu pada tepung sebesar 0,6% (SNI, 2006), sehingga kadar abu tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) belum bisa memenuhi syarat mutu dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun tingginya kadar abu pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit ini diduga karena kadar abu dari kontrol tepung mangrove *Avicennia marina* yang sudah besar yaitu sebesar 1,90%, serta diduga karena tempat dari buah mangrove *Avicennia marina* itu sendiri yang berada ditempat payau dengan salinitas 15 (‰) yang mengandung garam yang mengandung mineral, sehingga dapat meningkatkan kadar abu pada buah mangrove *Avicennia marina*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dahuri, *et al.*, (1996) menyatakan, terdapat tiga parameter lingkungan yang menentukan

kelangsungan hidup dan pertumbuhan mangrove, yaitu: (1) suplai air tawar dan salinitas, dimana ketersediaan air tawar dan konsentrasi kadar garam (salinitas) mengendalikan efisiensi metabolik dari ekosistem hutan mangrove. Ketersediaan air tawar tergantung pada (a) frekuensi dan volume air dari sistem sungai dan irigasi dari darat, (b) frekuensi dan volume air pertukaran pasang surut, dan (c) tingkat evaporasi ke atmosfer. (2) Pasokan nutrisi: pasokan nutrisi bagi ekosistem mangrove ditentukan oleh berbagai proses yang saling terkait, meliputi input dari ion-ion mineral anorganik dan bahan organik serta pendaur ulangan nutrisi. Secara internal melalui jaringan-jaringan makanan berbasis detritus (detrital food web). Menurut Ambarasari, *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. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung akan semakin baik, karena kadar abu selain mempengaruhi warna akhir produk juga akan mempengaruhi tingkat kestabilan adonan (Bogasari, 2006). Selain itu beberapa proses seperti pengeringan juga dapat dikatakan sebagai salah satu penyebab meningkatnya kadar abu, hal ini sesuai dengan pernyataan Sudarmadji, *et al.*, (1996), bahwa kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan, waktu dan suhu yang digunakan saat pengeringan, jika bahan yang diolah melalui proses pengeringan maka lama waktu dan semakin tinggi suhu pengeringan akan meningkatkan kadar abu, karena kadar air yang keluar dari dalam bahan semakin besar. Jadi dapat disimpulkan bahwa hubungan kadar abu dengan kadar air adalah berbanding terbalik, dimana apabila semakin rendahnya kadar air maka semakin tinggi kadar abu dan begitu juga sebaliknya.

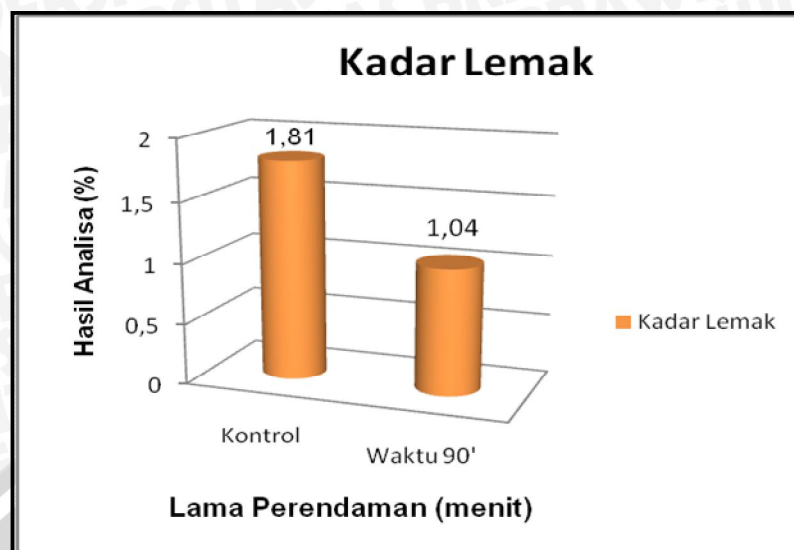
#### 4.3.4 Kadar Lemak

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak dan lemak tidak berbeda dalam bentuk umum trigliseridanya dan hanya berbeda dalam bentuk (wujud). Disebut minyak jika berbentuk padat pada suhu kamar (Ketaren, 2005).

Berat jenis lemak lebih rendah dari air, oleh karena itu mengapung keatas dalam campuran air dan minyak atau cuka dan minyak. Sifat fisik trigliserida ditentukan oleh proporsi dan struktur kimia asam lemak yang membentuknya. Titik cair, dengan demikian tingkat kepadatannya meningkat dengan bertambah panjangnya rantai asam lemak dan tingkat kejenuhannya (Almatsier, 2002).

Trigliserida merupakan kelompok lipida yang terdapat paling banyak dalam jaringan hewan dan tanaman. Trigliserida dalam tubuh manusia bervariasi jumlahnya tergantung dari tingkat kegemukkan (obeistas) seseorang dan dapat mencapai beberapa kilogram. Jaringan tanaman umumnya mengandung trigliserida sedikit, kecuali bagian-bagian tanaman tertentu yang menjadi tempat cadangan makanan misalnya buah dan biji yang dapat mengandung trigliserida cukup tinggi sampai mencapai puluhan persen (Sudarmadji, *et al.*, (2007).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar lemak perlakuan F jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar lemak tersebut yaitu 1,81% menjadi 1,04%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 16.



**Gambar 16. Diagram Silinder Nilai Kadar Lemak Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik kadar lemak menunjukkan rata-rata nilai kadar lemak pada kontrol sebesar 1,81%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 90 menit rata-rata kadar lemak sebesar 1,04%. Dengan semakin lamanya perendaman menggunakan asam cuka maka nilai dari kadar lemak lebih rendah daripada kadar lemak pada kontrol tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api). Hal ini diduga oleh terangkatnya komponen lemak ke atas air. Semakin lama proses perendaman maka komponen lemak yang keluar dan mengapung ke atas air semakin besar. Menurut Almatsier (2003), berat jenis lemak lebih rendah dari pada air, oleh karena itu mengapung ke atas dalam campuran air dan minyak atau cuka dan minyak. Selain itu menurut Layla (2002), penurunan lemak dikarenakan ada penambahan asam, dimana asam akan mempermudah pengeluaran lemak.

Menurut Ilminingtyas dan Dyah (2009), kadar lemak tepung mangrove sebesar 1,246%. Jika dibandingkan dengan perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam cuka selama 90 menit dengan kadar lemak 1,04%, maka tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) ini pada kadar lemaknya

hampir sama jumlahnya. Dalam penelitian Ambarsari dan Choliq (2009), menuliskan pada penelitiannya untuk kadar lemak pada tepung ubi jalar direkomendasikan sebesar 0,16%, bila dibandingkan dengan kadar lemak pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) maka tidak memenuhi rekomendasi yang disarankan. Lemak merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam makanan karena dapat menyebabkan perubahan sifat pada makanan tersebut. Perubahan bahkan dapat terjadi ke arah yang tidak diinginkan seperti ketengikan (Wijaya dan Aprianita, 2009). Menurut Riyan (2010), menyebutkan bahwa kadar lemak yang tinggi mempengaruhi kualitas bahan selama penyimpanan karena menyebabkan bahan lebih mudah tengik. Selain itu kadar lemak yang tinggi dapat mengganggu pengikatan air oleh granula. Jika pengikatan air oleh granula pati terhambat dapat mengakibatkan gelatinisasi yang diharapkan tidak tercapai dan tidak merata. Menurut Pramono (2009), Kebutuhan lemak normal adalah 10–25 % dari kebutuhan energi total. Lemak sedang dapat dinyatakan sebagai 15–20 % dari kebutuhan energi total, sedangkan lemak rendah  $\leq 10$  % dari kebutuhan energi total. Modifikasi jenis lemak dapat dinyatakan sebagai: lemak jenuh  $< 10$  % dari kebutuhan energi total, lemak tidak jenuh ganda 10 % dari kebutuhan energi total, dan lemak tidak jenuh tunggal 10 – 15 % dari kebutuhan energi total.

#### 4.3.5 Kadar Protein

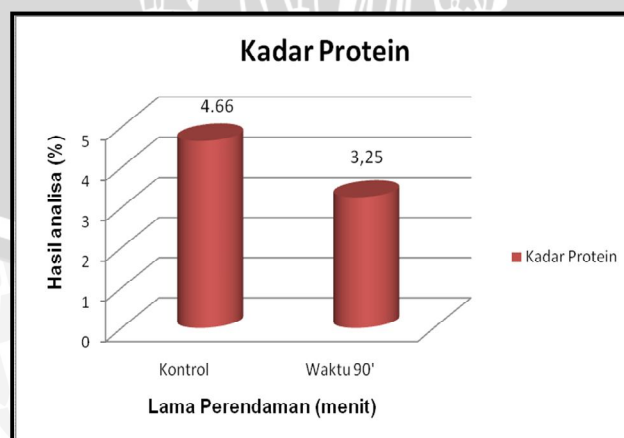
Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembuangan dan pengatur. Protein adalah asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, N, O dan P yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang dan

ada pula jenis protein yang mengandung unsur-unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno, 2002).

Kemampuan protein untuk mengikat komponen-komponen bahan pangan seperti air dan lemak sangat penting dalam formulasi makanan. Kapasitas pengikatan ini mempengaruhi sifat-sifat daya lekat, pembentukan film dan serat. Pengikatan ini dipengaruhi oleh pH dan kekuatan ion yang keduanya akan mempengaruhi luas permukaan dan sifat-sifat protein, jumlah dan sifat-sifat fisik kebanyakan komponen makanan, dan modifikasi baik mekanikal, termal, kimiawi, dan enzimatik (Fardiaz, *et al.*, 1992).

Denaturasi protein dapat diartikan suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tertier dan kuartener molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen. Karena itu, denaturasi dapat diartikan suatu proses terpecahnya ikatan hydrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan atau wiru molekul protein (Triyono, 2010).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar protein perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar proteinnya yaitu 4,66% menjadi 3,25%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Diagram Silinder Nilai Kadar Protein Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)

Dari hasil grafik kadar protein menunjukkan rata-rata kadar protein pada kontrol sebesar 4,66%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 90 menit rata-rata kadar protein sebesar 3,25%. Dengan semakin lamanya perendaman menggunakan asam cuka selama 90 menit, maka nilai kadar protein dari tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Penurunan kadar protein ini diduga dari adanya penambahan asam cuka dalam proses perendaman selama 90 menit. Menurut Purbani (1997), pada pH yang cenderung rendah, protein akan terdenaturasi, dimana sifat alamiah protein dapat mengalami perubahan karena adanya perubahan panas, pH, penambahan larutan organik, penambahan garam, penambahan logam berat, dan pengaruh sinar radiasi.

Selain itu ada faktor lain yang menyebabkan kadar protein menurun yaitu proses perebusan dan pengeringan dengan oven. 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, 1989).

Menurut Purbani (1997), denaturasi dapat memecah ikatan hidrogen, ikatan hidrofobik, ikatan ionik, dan ikatan-ikatan antara molekul yang terdapat dalam protein, walaupun tidak ada ikatan kovalen kerangka polipeptida yang rusak. Selain itu menurut Triyono (2010) dalam penelitiannya menyatakan, bahwa kadar protein semakin menurun dengan semakin lama waktu perendaman. Hal ini disebabkan perendaman yang lama juga mengakibatkan lunaknya struktur sel kacang hijau, mengakibatkan air lebih mudah masuk



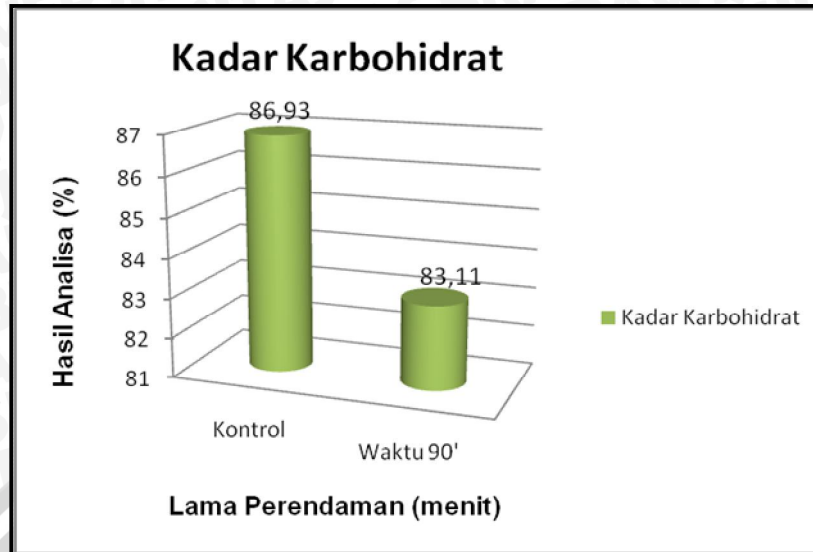
kedalam struktur sel, dan terjadi putusnya ikatan struktur protein, sehingga protein terlarut dalam air.

Dari hasil analisis kadar protein menunjukkan dari perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam cuka selama 90 menit menghasilkan tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) yang memiliki kadar protein rata-rata sebesar 3,25%, sedangkan standart maksimal kandungan kadar protein pada tepung sebesar 7,00% (SNI, 2006), sehingga dapat dikatakan kadar protein pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) belum memenuhi syarat mutu dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Kebutuhan protein normal adalah 10–15 % dari kebutuhan energi total, atau 0,8–1,0 gr /kg BB. Kebutuhan energi minimal untuk mempertahankan keseimbangan nitrogen adalah 0,4–0,5 gr/kg BB (Pramono, 2009).

#### **4.3.6 Kadar Karbohidrat**

Karbohidrat merupakan senyawa yang terbentuk dari molekul karbon, hidrogen dan oksigen. Sebagai salah satu jenis zat gizi, fungsi utama karbohidrat adalah penghasil energi didalam tubuh. Tiap 1 gram karbohidrat yang dikonsumsi akan menghasilkan energi sebesar 4 kkal dan energi hasil proses oksidasi (pembakaran) karbohidrat ini kemudian akan digunakan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi-fungsinya seperti bernafas, kontraksi jantung dan otot serta juga untuk menjalankan berbagai aktivitas fisik seperti berolahraga atau bekerja (Irawan, 2007).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar karbohidrat perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar karbohidrat yaitu 86,07% menjadi 83,11%, hal ini bisa ditunjukkan pada grafik kadar pada gambar 18.



**Gambar 18. Diagram Silinder Nilai Kadar Karbohidrat Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik kadar karbohidrat menunjukkan nilai rata-rata kadar karbohidrat pada kontrol sebesar 86,93%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 90 menit rata-rata kadar karbohidrat sebesar 83,11%. Hal ini menyatakan bahwa kadar karbohidrat tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) pada perlakuan perendaman selama 90 menit lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Rendahnya kadar karbohidrat juga diduga adanya penambahan larutan asam cuka pada proses perendaman. Monosakarida digolongkan berdasarkan jumlah atom karbon yang dikandungnya (triosa, tetrosa, pentosa, heksosa, dan heptosa) dan gugus aktifnya, yang bisa berupa aldehida atau keton. Salah satu sifat dari monosakarida yaitu bereaksi dengan basa dan asam. Apabila glukosa dilarutkan ke dalam basa encer, beberapa jam kemudian dihasilkan campuran yang terdiri dari fruktosa, manosa, dan sebagian glukosa semula. Sedangkan, dalam basa encer, monosakarida sangat stabil, tetapi jika aldoheksosa dipanaskan dalam asam kuat, akan mengalami dehidrasi dan diperoleh bentuk hidrosimetil furfural. Dalam bentuk yang sama, pentose juga akan berubah menjadi bentuk furfural. Selain itu,

karbohidrat bersifat gula pereduksi. Sifat gula pereduksi ini disebabkan adanya gugus aldehida dan gugus keton yang bebas, sehingga dapat mereduksi ion-ion logam. Gugus aldehida pada aldohexosa mudah teroksidasi menjadi asam karboksilat dalam pH netral oleh zat pengoksidasi atau enzim. Dalam zat pengoksidasi kuat, gugus aldehida dan gugus alkohol primer akan teroksidasi membentuk asam dikarboksilat atau asam ardat. Gugus aldehida atau gugus keton monosakarida dapat direduksi secara kimia menjadi gula alkohol, misalnya D-sorbitol yang berasal dari D-glukosa (Merthin, 2011).

Selama penambahan asam cuka pada proses pembuatan tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) ini bisa menyebabkan reaksi pencoklatan (*browning*), hal ini dikarenakan suatu asam karboksilat adalah suatu senyawa organik yang mengandung gugus karboksil,  $-COOH$ . Gugus karboksil mengandung gugus karbonil dan sebuah gugus hidroksil, antar aksi dari kedua gugus ini mengakibatkan suatu kereaktifan kimia yang unik dan untuk asam karboksilat (Fessenden, 1997). Dengan adanya gugus karbonil pada asam cuka ( $CH_3COOH$ ) ini akan memperbesar adanya gugus karbonil yang berada pada karbohidrat, karena karbohidrat juga mengandung gugus karbonil. Secara biokimia, karbohidrat adalah polihidroksil-aldehida atau polihidroksil-keton, atau senyawa yang menghasilkan senyawa-senyawa ini bila dihidrolisis. Karbohidrat mengandung gugus fungsi karbonil (sebagai aldehida atau keton) dan banyak gugus hidroksil (Wikipedia, 2010). Menurut Mardiyani (2009) proses yang terjadi pada reaksi Maillard adalah:

- Gugus karbonil dari gula bereaksi dengan gugus amino menghasilkan N-glikosamin dan air.
- Gugus glikosamin yang tidak stabil mengalami pengaturan kembali membentuk ketosamin

- Selanjutnya ketosamin dapat mengalami proses lebih lanjut:
  - a) Memproduksi air dan reduktion
  - b) Membentuk diasetil, aspirin, pyruvaldehyde dan bentuk ikatan hidrolitik rantai pendek lainnya.
  - c) Membentuk polimer nitrogen berwarna coklat (melanoidism)

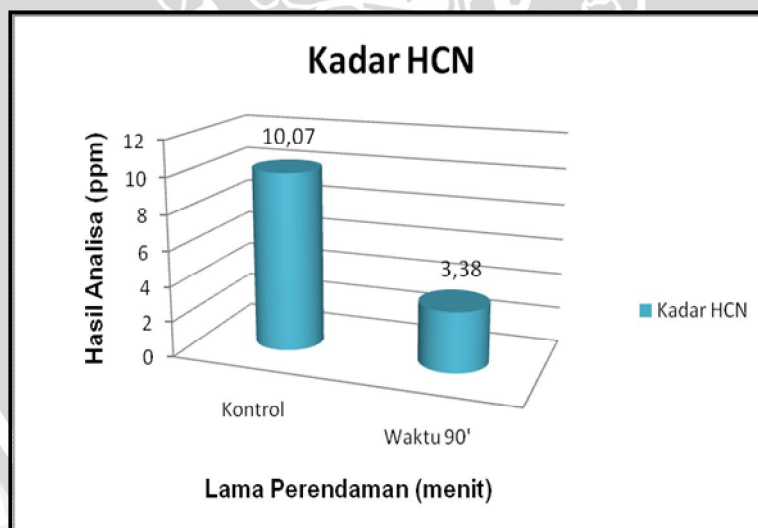
Selain itu penurunan kadar karbohidrat juga dipengaruhi oleh pemanasan selama proses yaitu proses perebusan dan pengeringan dengan oven. Pengaruh pemanggangan terhadap karbohidrat umumnya terkait dengan terjadinya hidrolisis. Sebagai contoh, pemanggangan akan menyebabkan gelatinisasi pati yang akan meningkatkan nilai cernanya. Sebaliknya, peranan karbohidrat sederhana dan kompleks dalam reaksi Maillard dapat menurunkan ketersediaan karbohidrat dalam produk-produk hasil pemanggangan (Palupi, *et al.*, 2007). Selain itu dalam penelitian Andarwulan (2008), mengemukakan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan penurunan daya cerna pati (karbohidrat) yaitu penggunaan suhu yang terlampau tinggi pada saat proses pengolahan, interaksi antara pati dengan komponen non pati, dan jumlah *resistant starch* yang terdapat dalam pati.

Berdasarkan SNI, (2008) persyaratan standar mutu tepung terbaik memiliki kadar karbohidrat minimal 65%, sehingga kadar karbohidrat pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 86,93% dan pada perlakuan terbaik (lama perendaman 90 menit asam cuka) sebesar 83,11% berarti dapat dikatakan bahwa tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) ini sudah dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung sebagai salah satu bahan pangan.

#### 4.3.7 Kadar HCN

*Hidrogen sianida* disebut juga *formonitrile*, sedang dalam bentuk cairan dikenal sebagai *asam prussit* dan *asam hidrosianik*. *Hidrogen sianida* pada suhu di bawah 780°F berbentuk cairan tidak berwarna atau dapat juga berwarna biru pucat. Pada suhu yang lebih tinggi berbentuk gas yang tidak berwarna. Bersifat *volatile* dan mudah terbakar. *Hidrogen sianida* dapat berdifusi baik dengan udara dan bahan peledak. Bentuk lain ialah *sodium sianida* dan *potassium sianida* yang berbentuk serbuk dan berwarna putih (Amalia, *et al.*, 2010).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar HCN perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol ternyata lebih rendah yaitu dengan Kadar HCN pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 10,07 ppm menjadi 3,38 ppm pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 19.



**Gambar 19. Diagram Silinder Nilai Kadar HCN Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik menunjukkan bahwa dari nilai rata-rata kadar HCN tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api) pada kontrol sebesar 10,07

ppm sedangkan kadar HCN pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit sebesar 3,38 ppm. Kadar asam sianida pada perlakuan perendaman selama 90 menit lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Diduga rendahnya kadar HCN pada perlakuan lama perendaman ini karena berbagai macam pengolahan yang terjadi selama proses pembuatan tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) diantaranya pelunakkan buah dengan cara dimemarkan, perebusan buah, dan pengeringan buah dengan oven juga merupakan faktor yang menentukan rendahnya kadar HCN pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api). Hal ini sesuai dengan pernyataan Irmansyah (2005), bahwa dengan cara merebus, mengupas, mengiris kecil-kecil, merendam dengan air, menjemur hingga kemudian dimasak adalah proses untuk mengurangi kadar HCN karena sifatnya yang mudah menguap.

Asam sianida mempunyai sifat mudah larut dan mudah menguap, oleh karena itu untuk menurunkan atau mengurangi kadar asam sianida dapat dilakukan dengan pencucian atau perendaman karena asam sianida akan larut dan ikut terbuang dengan air (Kanisius, 1997).

Selain itu menurut Suryani dan Wesniati (2000), pada umumnya sianida dapat dihilangkan dengan perebusan dan perendaman sebab sianida mempunyai sifat fisik mudah larut dalam air dan mempunyai titik didih 29°C. Pernyataan ini didukung oleh Putra *et al.* (1996), pemanasan dapat menginaktifkan linamarase, hal ini dapat menghambat pemecahan linamarin menjadi asam sianida.

Menurut Standar Nasional Indonesia (1992), Syarat mutu tepung singkong terbaik memiliki kadar asam sianida (HCN) maksimal 40 mg/kg, sehingga kadar asam sianida (HCN) pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 10,07 ppm atau sebesar 10,07 mg/kg dan

pada perlakuan terbaik (lama perendaman 90 menit asam cuka) sebesar 3,38 ppm atau 3,38 mg/kg berarti dapat dikatakan bahwa tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) ini jumlah kadar HCN-nya jauh lebih rendah. Tergantung jumlahnya, HCN dapat menyebabkan kematian jika pada dosis 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan. HCN juga dapat hilang oleh proses pemanasan atau perebusan tanpa ditutup. Standar yang ditetapkan oleh FAO, umbi-umbian dengan kadar sianida dibawah 50 mg/kg berat asal masih aman untuk di konsumsi (Purwantisari, 2007). Jadi dapat dikatakan bahwa untuk kadar HCN tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) dengan perlakuan lama perendaman selam 90 menit dengan asam cuka dalam batas aman untuk dikonsumsi yaitu sebesar 3,38 ppm atau 3,38 mg/kg.

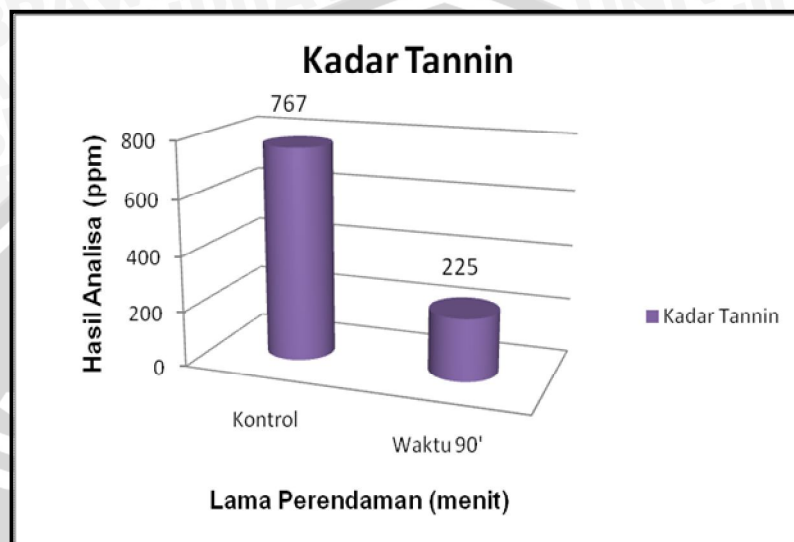
#### 4.3.8 Kadar Tannin

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

Tanin merupakan golongan flavonoid dimana senyawa ini bukan merupakan salah satu nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh. Akan tetapi keberadaan tanin dalam tubuh sangat bermanfaat yaitu berperan sebagai antioksidan. Katekin merupakan penyusun tanin dimana katekin ini mempunyai sifat antioksidatif yang berperan dalam melawan radikal bebas yang sangat berbahaya bagi tubuh karena dapat menimbulkan berbagai penyakit salah satunya yaitu kanker (Suryaningrum, 2007).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar HCN

perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol ternyata lebih rendah yaitu dengan Kadar tannin pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 767 ppm menjadi 225 ppm pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 20.



**Gambar 20. Diagram Silinder Nilai Kadar Tannin Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik menunjukkan bahwa dari nilai rata-rata kadar HCN pada kontrol sebesar 767 ppm sedangkan pada kadar HCN pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit sebesar 225 ppm. Hal ini menunjukkan kadar tannin yang lebih rendah pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit dengan larutan asam cuka bila dibandingkan dengan kontrol. Rendahnya kadar tannin ini disebabkan karena proses perendaman dengan larutan asam cuka yang dapat menghidrolisa tanin itu sendiri. Semakin lama perendaman dengan larutan asam cuka maka kandungan tanin dalam tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) ini akan semakin berkurang. Berdasarkan sifat kimia tanin menurut Risnasari (2001), tanin dapat terhidrolisa oleh, asam, basa dan enzim. Selain itu semua jenis tanin dapat larut dalam air dan akan bertambah besar apabila dilarutkan dalam air panas. Begitu juga tanin akan larut dalam pelarut



organik seperti metanol, etanol, aseton dan pelarut organik lainnya. Selain itu menurut Suyitno (1989) mengatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat adalah waktu, dimana semakin lama waktu kontak maka semakin banyak zat yang larut dalam air.

Menurut penelitian Ilminingtyas dan Dyah (2009), Kadar tanin yang tinggi menyebabkan rasa pahit pada bahan makanan. Menurut Winarno dan Aman (1981), kadar tanin akan mencapai maksimum pada buah yang masih muda atau selama periode pertumbuhan dan perkembangan buah dan akan menurun selama pematangan buah. Pada buah yang sudah tua tanin akan mengalami polimerisasi menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi dan tidak larut dalam air serta tidak dapat membentuk kompleks protein-tanin sehingga tidak menyebabkan rasa sepet lagi.

Menurut Ilminingtyas dan Dyah (2009), Kadar tanin yang tinggi menyebabkan rasa pahit pada bahan makanan. Senyawa ini bersifat karsinogenik apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebih dan kontinyu. Kandungan tanin berdasarkan nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*) dalam bahan makanan yaitu sebesar 560 mg/kg berat badan/hari, sehingga kadar tanin sebesar 225 ppm atau 225 mg/kg pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) perlakuan terbaik (lama perendaman 90 menit dalam asam cuka) dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung makanan yang aman apabila dikonsumsi.

#### 4.3.9 Kadar pH

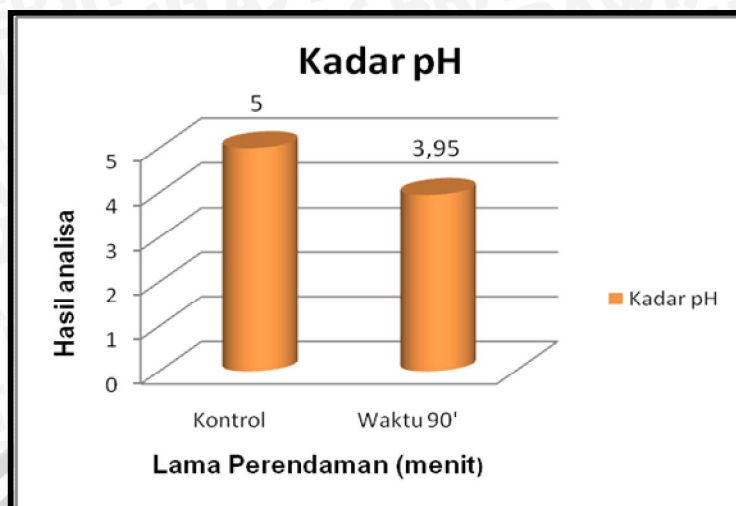
pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya

didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional (Anonymous, 2011<sup>a</sup>).

pH adalah tingkat keasaman atau kebasaa-n suatu benda yang diukur dengan menggunakan skala pH antara 0 hingga 14. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14. Sebagai contoh, jus jeruk dan air aki mempunyai pH antara 0 hingga 7, sedangkan air laut dan cairan pemutih mempunyai sifat basa (yang juga di sebut sebagai alkaline) dengan nilai pH 7–14. Air murni adalah netral atau mempunyai nilai pH 7 (Anonymous, 2011<sup>b</sup>).

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan *potential of hidrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan (Anonymous, 2011<sup>c</sup>).

Dari hasil analisis perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam cuka selama 90 menit, nilai rata-rata kadar pH perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol ternyata lebih rendah yaitu dengan Kadar pH pada tepung mangrove *Avicennia marina* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 5 menjadi 3,95 ppm pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 21.



**Gambar 21. Diagram Silinder Nilai Kadar pH Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia marina* (Api-Api)**

Dari hasil grafik menunjukkan bahwa rata-rata dari nilai kadar pH pada kontrol sebesar 5, sedangkan pada kadar pH pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit sebesar 3,95. Hal ini menunjukkan kadar pH yang lebih rendah pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit dengan larutan asam cuka bila dibandingkan dengan kontrol. Rendahnya nilai rata-rata kadar pH pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit, apabila dibandingkan dengan kontrol dikarenakan pada tepung *Avicennia marina* (api-api) adalah karena adanya penambahan asam cuka dengan konsentrasi. Menurut Sumarlin (2010), Asam asetat (cuka) adalah asam lemah monoprotik dengan nilai  $pK_a=4.8$ . Basa konjugasinya adalah asetat ( $CH_3COO^-$ ). Sebuah larutan 1.0 M asam asetat (kira-kira sama dengan konsentrasi pada cuka rumah) memiliki pH sekitar 2.4. Semakin rendah nilai kadar pH atau semakin tinggi asam juga berpengaruh pada jumlah kadar Pb pada tepung *Avicennia marina* (api-api) yang semakin menurun pula. Menurut Fauziah (2008), Pengaruh pH pada pelarutan timbal ini mengindikasikan bahwa proses pelarutan Pb terjadi melalui mekanisme

protonasi, dimana laju reaksi pelarutan timbal dikontrol oleh konsentrasi  $H^+$  di dalam larutan asam.

Menurut Desrosier (2008), kebanyakan bahan pangan segar alami yang dikonsumsi manusia sebagai bahan pangan bersifat asam. Rentang harga pH untuk sayuran ialah dari 6,5 sampai 4,6. Rentang untuk buah-buahan ialah dari 4,5 sampai 3,0. Jika dibandingkan nilai rata-rata kadar pH pada tepung *Avicennia marina* (api-api) dengan perlakuan lama perendaman selama 90 menit dengan pH pada tepung yang sudah dikenal masyarakat pada umumnya seperti tepung terigu sebesar 4,81. Tepung beras 4,67, dan tepung tapioka 4,93, maka tepung *Avicennia marina* (api-api) ini nilai kadar pH-nya lebih rendah atau lebih asam. Dari hasil perhitungan juga didapatkan data perhitungan pH yaitu 3,97. Hasil perhitungan ini tidak jauh beda dengan hasil yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan pH meter.

#### 4.3.10 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 21 orang.

##### 4.3.10.1 Rasa

Rasa merupakan pengalaman yang didapat melalui pengecapan yang dirasakan di lidah. Dikenal ada enam buah rasa yang dapat diindera oleh lidah. Keenam rasa tersebut adalah manis, asin, pedas, masam, sepet dan pahit. Masing-masing dari rasa ini memiliki tingkatan atau kualitas dalam hal rasanya. Dalam menentukan kualitas atau tingkatan rasa ini amat bergantung kepada pengalaman masing-masing individu. Kualitas dan rasa ini diperoleh melalui rasa atau kecap oleh lidah sebagai indera pengecap (Nala, 2010).

Hasil pengujian organoleptik rasa tepung buah mangrove *Avicennia marina* dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12. Rata-rata Nilai (skor) Rasa Tepung Mangrove Api-api**

Perlakuan (menit)	Rata-Rata ± Std. Dev
A (15)	4,50 ± 0,0816
B (30)	4,29 ± 0,1797
C (45)	3,33 ± 0,2901
D (60)	2,68 ± 0,2179
E (75)	1,86 ± 0,1548
F (90)	1,54 ± 0,0250

Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa uji skoring terhadap kriteria rasa berkisar antara 1,54 - 4,50. Tingkat rata-rata nilai kriteria rasa tertinggi menurut panelis diperoleh pada perlakuan lama perendaman selama 15 menit (A) sebesar 4,50 dan tingkat kriteria panelis terhadap rasa terendah pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit (F) sebesar 1,54. Berdasarkan uji skoring terhadap kriteria aroma pada tepung buah *Avicennia marina* (api-api) menggunakan perhitungan statistik *Kruskal Wallis* dengan perlakuan lama perendaman yang semakin lama memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma tepung *Avicennia marina* (api-api) tersebut yaitu ditunjukkan dengan ( $P < 0,05$ ) pada (Lampiran 9). Hasil analisis tingkat kriteria rasa terhadap tepung *Avicennia marina* (api-api) menunjukkan terjadinya penurunan seiring dengan bertambahnya lama perendaman dalam larutan asam cuka 15% dengan lama perendaman selama 90 menit menurut panelis memberikan pengaruh rasa yang kurang menarik atau jelek 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.

#### 4.3.10.2 Aroma

Kelezatan suatu makanan sangat ditentukan oleh faktor aroma. Industri pangan menganggap sangat penting untuk melakukan uji aroma dengan cepat memberikan produknya disukai atau tidak disukai. Dalam banyak hal, aroma menjadi daya tarik tersendiri dalam menentukan rasa enak dari produk makanan itu sendiri (Soekarto, 1985).

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 Tabel 13.

**Tabel 13. Rata-rata Nilai Rasa Tepung Mangrove Api-api**

Perlakuan (menit)	Rata-Rata $\pm$ Std. Dev
A (15)	4,24 $\pm$ 0,1109
B (30)	4,13 $\pm$ 0,0866
C (45)	3,16 $\pm$ 0,2250
D (60)	2,64 $\pm$ 0,1031
E (75)	1,90 $\pm$ 0,1581
F (90)	1,60 $\pm$ 0,1702

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa uji skoring terhadap kriteria aroma berkisar antara 1,60 - 4,24. Tingkat rata-rata nilai kriteria aroma tertinggi menurut panelis diperoleh pada perlakuan lama perendaman selama 15 menit sebesar 4,24 (A) dan tingkat kriteria panelis terhadap aroma terendah pada perlakuan lama perendaman selama 90 menit (A) sebesar 4,24. Berdasarkan uji skoring terhadap kriteria aroma pada tepung buah *Avicennia marina* (api-api) menggunakan perhitungan statistik *Kruskal Wallis* dengan perlakuan lama perendaman yang semakin lama memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma tepung *Avicennia marina* (api-api) tersebut yaitu ditunjukkan dengan ( $P < 0,05$ ) pada (Lampiran 9). Hasil analisis tingkat kriteria aroma (berbau khas asam cuka) terhadap tepung *Avicennia marina* (api-api) menunjukkan terjadinya penurunan seiring dengan bertambahnya lama perendaman dalam larutan asam cuka 15% dengan lama perendaman selama 90 menit menurut panelis memberikan pengaruh aroma yang sangat asam (berbau khas asam cuka) pada tepung buah mangrove *Avicennia marina* (api-api).

#### 4.4 Perlakuan Terbaik

Metode yang dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik adalah metode Zeleny (1982). Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah parameter kimia. Parameter kimia meliputi kadar Pb (timbal). Berdasarkan hasil penentuan perlakuan terbaik Zeleny (1982), perlakuan terbaik diperoleh pada lama perendaman asam cuka sebesar 15% yaitu dengan rata-rata nilai Pb 0,36 ppm; kadar air 3,39%; kadar abu 4,79%; kadar lemak 1,04%; kadar protein 3,25%; kadar karbohidrat 83,11%; kadar HCN 3,38 ppm, kadar tanin 225 ppm, kadar pH 3,95 dan pengujian organoleptik yaitu rasa dan aroma yang paling rendah terdapat pada tepung tepung *Avicennia marina* (api-api) dengan lama perendaman dalam larutan asam cuka 15% selama 90 menit.