

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 2 tahap, antara lain:

4.1.1 Penelitian Pendahuluan 1

Penelitian pendahuluan 1 dilakukan bertujuan untuk untuk mengetahui kadar Pb serta lingkungan hidup dari jenis mangrove *Avicennia alba* (api-api) dan pada bagian tanaman mangrove jenis *Avicennia alba* (api-api). Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama yaitu penyiapan sampel dan tahap kedua yaitu analisa 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 dianalisa kadar Pb-nya dengan metode AAS. Hasil analisa yang menunjukkan hasil analisa logam berat Pb pada masing-masing bagian mangrove dari jenis *Avicennia alba* ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar Pb *Avicennia alba* (api-api) dan Lingkungan pada Penelitian Pendahuluan 1

No.	Bagian	Kandungan Pb (ppm)
1.	Sedimen	11,92
2.	Putik	3,68
3.	Tanah	3,27
5.	Batang	2,76
6.	Kulit luar buah	2,05
7.	Lapisan daging buah 2	1,43
8.	Lapisan daging buah 1	1,26
9.	Akar	1,58
10.	Daun tua	0,79
11.	Daun muda	0,39
12.	Air	0,203

Dari data tersebut kandungan Pb tertinggi pada tanaman mangrove dari jenis *Avicennia alba* (api-api) terdapat pada putik dengan kandungan Pb sebesar 3,68% dan untuk kandungan Pb terendah pada daun muda dengan kandungan Pb sebesar 0,39%. Sedangkan pada lingkungan tempat tumbuh mangrove jenis *Avicennia alba* (api-api) kandungan Pb tertinggi terdapat pada sedimen dengan kadar Pb sebesar 11,92% dan kadar terendah pada air dengan kadar Pb sebesar 0,203%.

Pada beberapa penelitian menuliskan bahwa pada tumbuhan mangrove *Avicennia alba* (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 alba* (api-api) yang diambil dari daerah Nguling kabupaten Pasuruan diduga karena area pengambilan sampel

dekat dengan area pertambakkan sehingga dimungkinkan karena sering terjadinya sirukulasi air tambak sehingga menyebabkan rendahnya kadar Pb pada bagian akar tersebut.

Sedangkan pada analisa lingkungan tempat tumbuh mangrove jenis *Avicennia alba* (api-api) didapatkan kadar Pb paling besar yaitu sebesar 11,92 ppm, sedangkan kadar Pb terendah terdapat pada air.

Selain itu, pada penelitian pendahuluan pertama juga dilakukan analisis proksimat pada buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) segar. Analisis buah mangrove segar meliputi analisis kimia yaitu kadar karbohidrat, air, protein, lemak, abu, HCN dan tanin. Adapun hasil dari penelitian pendahuluan 1 analisis proksimat buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) segar dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Proksimat Penelitian Pendahuluan 1 pada Buah Mangrove *Avicennia alba* (api-api) segar

No.	Parameter	Kandungan
1.	Kadar Karbohidrat (%)	40,92
2.	Kadar Air (%)	46,88
3.	Kadar Protein (%)	4,15
4.	Kadar Lemak (%)	1,27
5.	Kadar Abu (%)	1,02
6.	Kadar HCN (ppm)	7,64
7.	Kadar Tanin (ppm)	679

Berdasarkan data di atas menunjukkan dalam buah segar mangrove *Avicennia alba* (api-api) mengandung kadar protein sebesar 4,15 %, kadar lemak 1,27%, kadar air 46,88%, kadar abu 1,02%, kadar karbohidrat 40,92%, kadar tanin 679 ppm, kadar HCN 7,64 ppm.

4.1.2 Penelitian Pendahuluan 2

Pada penelitian pendahuluan kedua bertujuan mengetahui lama perendaman dalam larutan asam jawa 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 dan 90 menit adapun prosedur penelitian pendahuluan 2 dapat dilihat pada Lampiran 1. Dari hasil uji kadar Pb pada penelitian pendahuluan kedua diperoleh hasil yang terbaik ialah lama perendaman dengan larutan asam jawa 25% selama 90 menit. Adapun penelitian pendahuluan kedua adalah pengaruh lama perendaman asam jawa yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Penelitian Pendahuluan 2

Lama Perendaman (menit)	Kadar Pb (ppm)
<i>Kontrol</i>	1,04
30	0,61
60	0,56
90	0,42

Kandungan Pb terbesar pada tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) yaitu pada lama perendaman 30 menit yaitu sebesar 0,61 ppm, sedangkan kandungan Pb terkecil yaitu pada lama perendaman 90 menit yaitu 0,56 ppm.

Pada hasil penelitian pendahuluan II diperoleh juga nilai rendemen tepung buah *Avicennia alba* sebesar 45,51% dengan nilai berat akhir 45,51 g dan berat awal 100 g. Rumus perhitungan rendemen yakni sebagai berikut :

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

4.2 Hasil Penelitian Utama

Pada penelitian ini perlakuan yang digunakan ialah lama perendaman yang berbeda menggunakan asam jawa dengan konsentrasi 25% pada pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api). Lama perendaman

yang digunakan ialah 30, 45, 60, 75, 90 dan 105 menit. Hasil penelitian pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) terdiri dari parameter kimia yaitu: kadar Pb, karbohidrat, air, protein, lemak, abu, HCN dan tanin. Hasil analisa parameter kimia yaitu untuk kadar Pb tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) disajikan pada Tabel 11. Adapun skema kerja dari penelitian utama dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 11. Hasil Analisis Kadar Pb (timbangan) Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (api-api)

Lama Perendaman (menit)	Kadar Pb (ppm)	% Reduksi
KONTROL	1,04	-
A (30)	0,72 ± 0,08	29%
B (45)	0,60 ± 0,02	40%
C (60)	0,50 ± 0,01	50%
D (75)	0,41 ± 0,01	60%
E (90)	0,36 ± 0,04	65%
F(105)	0,29 ± 0,03	71%

4.3 Kadar Pb (Timbal)

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).

Data dan hasil analisis keragaman (ANOVA) pada lampiran 3 dan 4 menunjukkan bahwa $F_{hit} (56,9263857) > F_{tab 5\%} (2,866081402)$ yang artinya bahwa perlakuan lama perendaman menggunakan asam jawa memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar Pb tepung buah mangrove. Rata-rata kadar Pb tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata Kadar Pb Tepung Mangrove *Avicennia alba* (api-api)

Lama Perendaman (menit)	Rata-rata \pm St.Dev	Notasi
A (30 menit)	0,72 \pm 0,08	e
B (45 menit)	0,60 \pm 0,02	d
C (60 menit)	0,50 \pm 0,01	c
D (75 menit)	0,41 \pm 0,01	b
E (90 menit)	0,36 \pm 0,04	ab
F (105 menit)	0,29 \pm 0,03	a

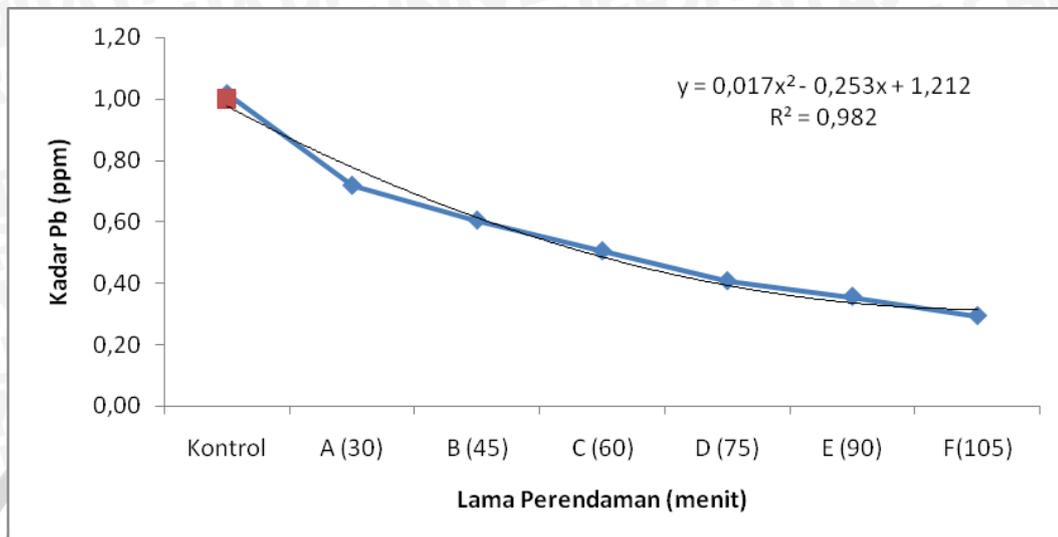
Keterangan :

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

Berdasarkan Tabel 12. Hasil pengukuran kadar Pb pada tepung mangrove didapat kadar Pb tertinggi pada perlakuan kontrol (tanpa perendaman asam jawa) yaitu sebesar 1,02 ppm dan kadar Pb terendah terdapat pada perlakuan F (perendaman selama 105 menit) yaitu sebesar 0,29 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 perlakuan B, C, D, E, F. Pada perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A, C, D, E, F. Pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, E, F. Pada perlakuan D berbeda nyata dengan A, B, C, D, F tetapi tidak berbeda nyata pada perlakuan E. Pada perlakuan E berbeda nyata dengan A, B, C, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan E, F, D. Dan perlakuan F tidak berbeda nyata dengan perlakuan E dan berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, D, E.

Regresi pengaruh lama perendaman terhadap nilai Pb tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Regresi Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Nilai Pb Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (Api-Api)

Dari Gambar 12 diatas, dapat dilihat persamaan regresi antara lama perendaman terhadap nilai Pb tepung buah mangrove yaitu $Y = 0,017x^2 - 0,253x + 1,212$ dengan R^2 sebesar 0,982. Persamaan ini menunjukkan hubungan yang negatif, yang berarti apabila perlakuan lama perendaman larutan asam jawa dalam satu satuan perlakuan (30 menit) dapat menurunkan kadar Pb sampai dengan titik tertentu yaitu pada lama perendaman 105 menit. Nilai koefisien determinasi 0,982 yang artinya 98,2% penurunan kadar Pb dipengaruhi oleh lama perendaman dengan asam jawa.

Selain lama perendaman dengan larutan asam jawa, faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar Pb yaitu perebusan dan pengeringan karena sifat kimia Pb yaitu rusak dengan suhu tinggi. Menurut Alpatih *et al.*, (2010), Timbal (Pb) dapat dihilangkan dengan penambahan larutan asam sitrat. Terjadinya reaksi antara zat pengikat logam (asam jawa) dengan ion logam menyebabkan ion logam kehilangan sifat ionnya dan mengakibatkan logam berat

tersebut kehilangan sebagian besar toksisitasnya. Menurut Pararaja (2009), parameter yang mempengaruhi konsentrasi logam berat diperairan ialah suhu, salinitas, arus, pH dan padatan tersuspensi total.

Menurut SNI (2008), kadar Pb pada tepung yaitu maksimal sebesar 1 ppm, ini menandakan bahwa kadar Pb pada tepung buah *Avicennia alba* sudah memenuhi standar tepung pada umumnya sehingga aman untuk dikonsumsi. Sementara Budiman, *et al* (2010) menyatakan bahwa kadar Pb darah 0,4-0,5 ppm menunjukkan indikasi keracunan plumbum disertai dengan gejala klinis anemia dan perubahan hematologis.

Semakin lamanya perendaman menggunakan asam jawa maka garis regresi akan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh kemampuan asam jawa menyerap logam Pb yang mana dengan semakin lama proses perendaman maka semakin banyak Pb yang dikeluarkan. Lama perendaman menggunakan asam jawa akan menurunkan kadar Pb buah mangrove. 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.

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

perlakuan kandungan logam Pb kurang dari 1,00 mg/kg sehingga aman untuk dikonsumsi.

4.4 Pembahasan Parameter Kimia

Untuk hasil analisa parameter kimia yang terdiri dari kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat, HCN, pH dan tanin didapatkan dari hasil perlakuan terbaik menggunakan metode Zeleny yaitu pada lama perendaman F (105) menit dengan konsentrasi asam jawa 25% dan hasil parameter kimia tersebut disajikan pada Tabel 13 serta data dan hasilnya pada lampiran 5.

Tabel 13. Hasil Analisis Parameter Kimia Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (api-api)

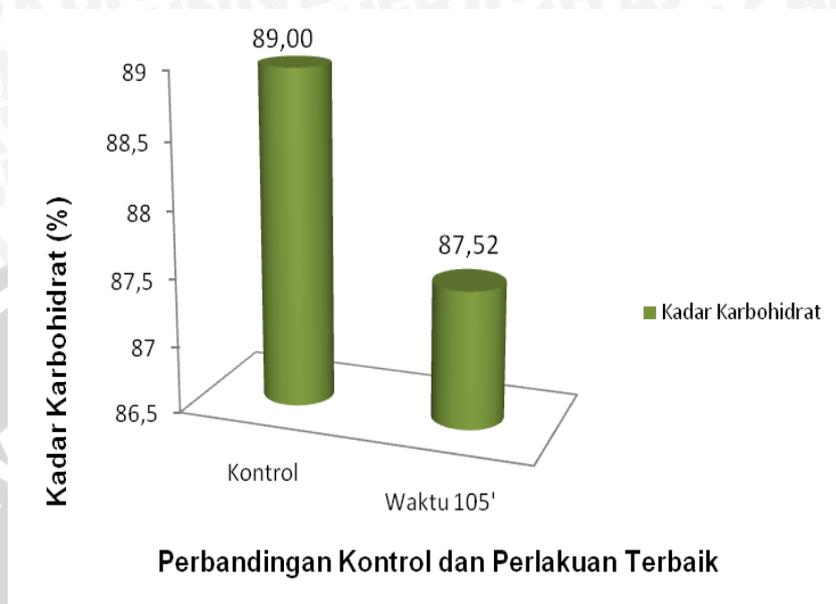
No	Jenis Analisis Kimia	Kontrol	Perlakuan Terbaik	Tepung Mangrove <i>Avicennia alba</i> dipasaran	SNI
1.	Kadar Pb (ppm)	1,04	0,29	0,23	Maks 1
2.	Kadar Karbohidrat (%)	89,00	87,52	85,12	Min 65
3.	Kadar Air (%)	3,55	3,39	5,70	Maks 13.00
4.	Kadar Protein (%)	4,62	3,70	4,48	Min 7.00
5.	Kadar Lemak (%)	0,84	0,64	0,41	Maks 075
6.	Kadar Abu (%)	1,80	1,21	1,62	Maks 0,5
7.	Kadar Tanin (ppm)	577	240	209	Maks 560

4.4.1 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi hampir seluruh penduduk dunia khususnya bagi negara yang penduduknya sedang berkembang. Walaupun jumlah kalori yang dapat dihasilkan oleh 1 gram karbohidrat hanya 4 kal (kkal) dibanding dengan yang lain. Selain itu beberapa golongan karbohidrat menghasilkan serat – serat (*dietary fiber*) yang berguna bagi pencernaan (Winarno, 2004).

Dari hasil analisa perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam jawa selama 105 menit, nilai rata-rata kadar karbohidrat perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih

rendah kadar karbohidrat yaitu 89,00% menjadi 87,52%, hal ini bisa ditunjukkan pada grafik kadar pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Silinder Kadar Karbohidrat Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (Api-Api)

Dari hasil grafik kadar karbohidrat menunjukkan nilai rata-rata kadar karbohidrat pada kontrol sebesar 89,00%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 105 menit rata-rata kadar karbohidrat sebesar 87,52%. Hal ini menyatakan bahwa kadar karbohidrat tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) pada perlakuan perendaman selama 105 menit lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Rendahnya kadar karbohidrat juga diduga adanya penambahan larutan asam jawa 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 aldohexosa 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).

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 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 terlampaui 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 alba* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 89,00%

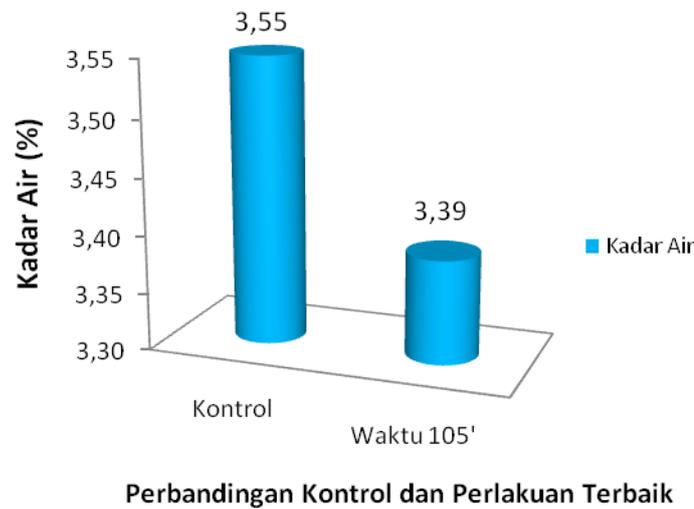
dan pada perlakuan terbaik (lama perendaman 105 menit asam jawa) sebesar 87,52% berarti dapat dikatakan bahwa tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) ini sudah dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung sebagai salah satu bahan pangan.

4.4.2 Kadar Air

Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability* kesegaran dan daya tahan bahan itu. 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, 2004).

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).

Dari hasil analisa perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam jawa selama 105 menit, nilai rata-rata kadar air perlakuan F jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar air tersebut yaitu 3,55% menjadi 3,39%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 14.



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

Dari hasil grafik kadar air menunjukkan rata-rata kadar air pada kontrol sebesar 3,55%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 105 menit rata-rata kadar air sebesar 3,39%. Kadar air pada perlakuan perendaman selama 105 menit ternyata lebih rendah dari pada 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 jawa 25% 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 jawa 25% juga dapat mengurangi kadar air, hal ini sejalan dengan pernyataan Sulistiyati, *et al* (2013) yaitu daya ikat air yang menurun selama perendaman akan menyebabkan turunnya kadar air produk.

Selain itu pada pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia alba* (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 analisa kadar air menunjukkan dari perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam jawa selama 105 menit menghasilkan tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) yang memiliki kadar air sebesar 3,39%, sedangkan standart maksimal kandungan kadar air pada tepung sebesar 13% (SNI, 2008), sehingga kadar air tepung buah mangrove *Avicennia alba* (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, Selain itu dengan semakin rendahnya kandungan air maka akan meningkatkan daya awet dari tepung.

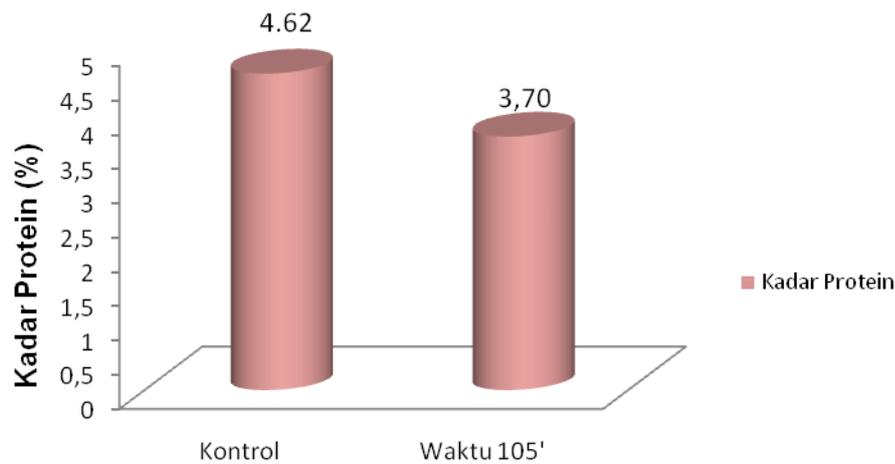
4.4.3 Kadar Protein

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, 2004).

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 enzimatis (Fardiaz, *et al.*, 1992).

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

Dari hasil analisa perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam jawa selama 105 menit, nilai rata-rata kadar protein perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar proteinnya yaitu 4,62% menjadi 3,70%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 15.



Perbandingan Kontrol dan Perlakuan Terbaik

Gambar 15. Diagram Silinder Kadar Protein Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (Api-Api)

Dari hasil grafik kadar protein menunjukkan rata-rata kadar protein pada kontrol sebesar 4,62%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 90 menit rata-rata kadar protein sebesar 3,70%. Dengan semakin lamanya perendaman menggunakan asam jawa selama 105 menit, maka nilai protein dari tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Penurunan kadar protein ini diduga dari adanya penambahan asam jawa dalam proses perendaman selama 105 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 pepadatan (Sudarmadji *et al*, 1997).

Menurut Triyono (2010) dalam penelitiannya menyatakan, bahwa kadar protein semakin menurun dengan semakin lama lama perendaman. Hal ini disebabkan perendaman yang lama juga mengakibatkan lunaknya struktur sel kacang hijau, mengakibatkan air lebih mudah masuk kedalam struktur sel, dan terjadi putusya ikatan struktur protein, sehingga protein terlarut dalam air.

Dari hasil analisa kadar protein menunjukkan dari perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam jawa selama 105 menit menghasilkan tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) yang memiliki kadar protein rata-rata sebesar 3,70%, sedangkan standart maksimal kandungan kadar protein pada tepung sebesar 7,00% (SNI, 2006), sehingga dapat dikatakan kadar protein pada tepung buah mangrove *Avicennia alba* (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, 2012).

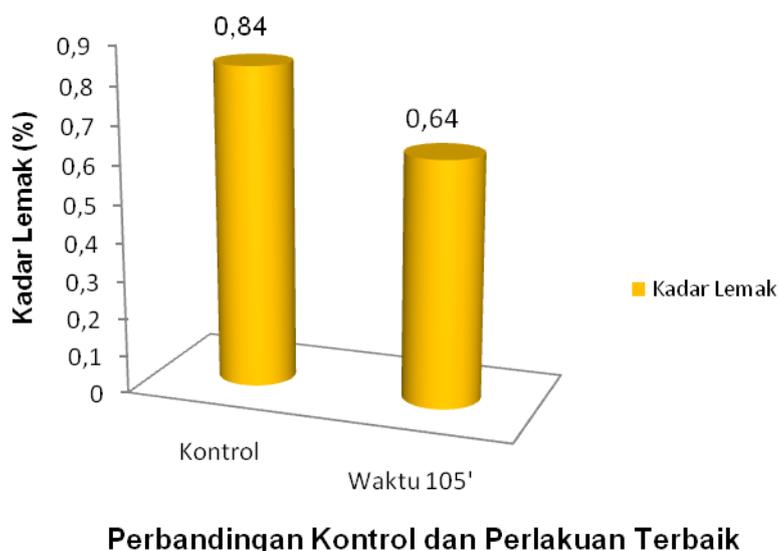
4.4.4 Kadar Lemak

Lemak dan minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu lemak dan minyak juga merupakan sumber energi yang efektif, dimana satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal (Winarno, 2004).

Berat jenis lemak lebih rendah dari air, oleh karena itu mengapung keatas dalam campuran air dan minyak atau jawa 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, 2009).

Trigliserida merupakan kelompok lipida yang terdapat paling banyak dalma 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.*, 1997).

Dari hasil analisa perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam jawa selama 105 menit, nilai rata-rata kadar lemak perlakuan F jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar lemak tersebut yaitu 0,84% menjadi 0,64%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 16.



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

Dari hasil grafik kadar lemak menunjukkan rata-rata nilai kadar lemak pada kontrol sebesar 0,84%, sedangkan pada perlakuan waku perendaman terbaik selama 105 menit rata-rata kadar lemak sebesar 0,64%. Dengan semakin lamanya perendaman menggunakan asam jawa maka nilai dari kadar lemak lebih rendah daripada kadar lemak pada kontrol tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api). Hal ini diduga oleh terangkatnya komponen lemak ke atas air. Semakin lama proses perendaman maka komponen lemak yang keluar dan mengapung keatas air semakin besar. Menurut Almatsier (2009), berat jenis lemak lebih rendah dari pada air, oleh karena itu mengapung ke atas dalam campuran air dan minyak atau jawa dan minyak.

Menurut Ambarsari (2009), kadar lemak tepung di Indonesia rata-rata mencapai 0,75%, dibandingkan dengan kadar lemak pada tepung mangrove yaitu pada kontrol sebesar 0,84% sedangkan pada perlakuan terbaik sebesar 0,64% berarti dapat dikatakan bahwa kadar lemak pada tepung mangrove ini memenuhi standar mutu tepung pada makanan. Menurut Pramono (2012),

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.

4.4.5 Kadar Abu

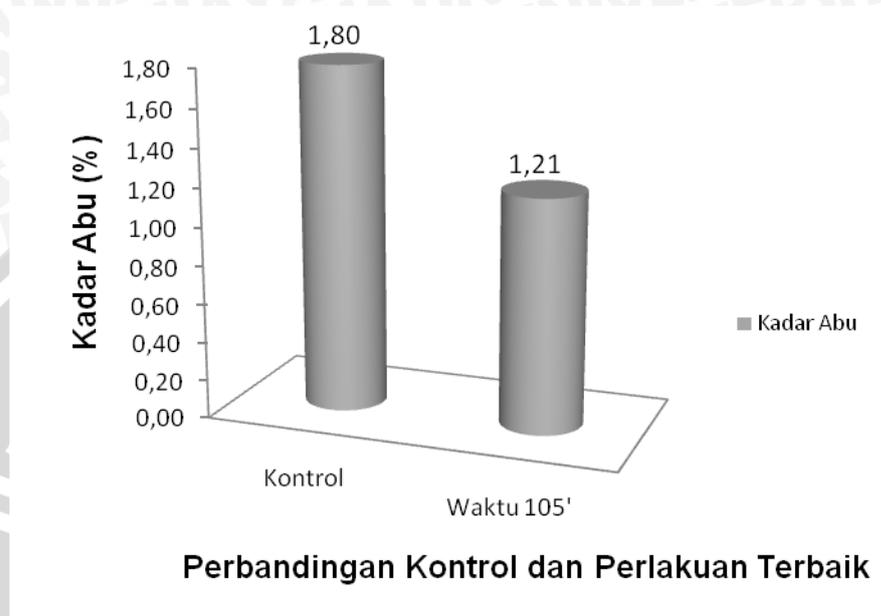
Kadar abu digunakan untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan mengetahui jenis bahan yang digunakan dan sebagai parameter gizi bahan makanan (Sudarmadji, *et al.*, 1997).

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). Menurut Santoso, *et al.*, (2005), bahan-bahan yang menguap selama proses pembakaran berupa air dan bahan volatil lainnya akan mengalami oksidasi dengan menghasilkan CO₂.

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 analisa perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam jawa selama 105 menit, nilai rata-rata kadar abu

perlakuan F jika dibandingkan dengan kontrol menjadi lebih rendah kadar abu tersebut yaitu 1,80% menjadi 1,21%, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Diagram Silinder Kadar Abu Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (Api-Api)

Dari hasil grafik kadar abu menunjukkan rata-rata kadar abu pada kontrol sebesar 1,80%, sedangkan pada perlakuan lama perendaman terbaik selama 105 menit rata-rata kadar abu sebesar 1,21%. Rendahnya kadar abu diduga ada hubungan dengan faktor-faktor dari pengolahan selama proses pembuatan tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api). Faktor-faktor tersebut yaitu pencucian dengan air, perebusan, perendaman dalam larutan asam jawa, dan pengeringan dengan oven. 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).

Dari hasil analisa kadar abu menunjukkan dari perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu dengan lama perendaman asam jawa selama 105 menit menghasilkan tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) yang memiliki kadar abu sebesar 1,21%, sedangkan standart maksimal kandungan kadar abu pada tepung sebesar 0,5% (SNI, 2008), sehingga kadar abu tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) belum bisa memenuhi syarat mutu dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun tingginya kadar abu pada perlakuan lama perendaman selama 105 menit ini diduga karena kadar abu dari kontrol tepung mangrove *Avicennia alba* yang sudah besar yaitu sebesar 1,80%, serta diduga karena tempat dari buah mangrove *Avicennia alba* itu sendiri yang berada ditempat payau dengan salinitas 15 (‰) yang mengandung garam yang mengandung mineral, sehingga dapat meningkatkan kadar abu pada buah mangrove *Avicennia alba*. 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 nutrien: pasokan nutrien bagi ekosistem mangrove ditentukan oleh berbagai proses yang saling terkait, meliputi input dari ion-ion mineral anorganik dan bahan organik serta pendaur ulangan nutrien. 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

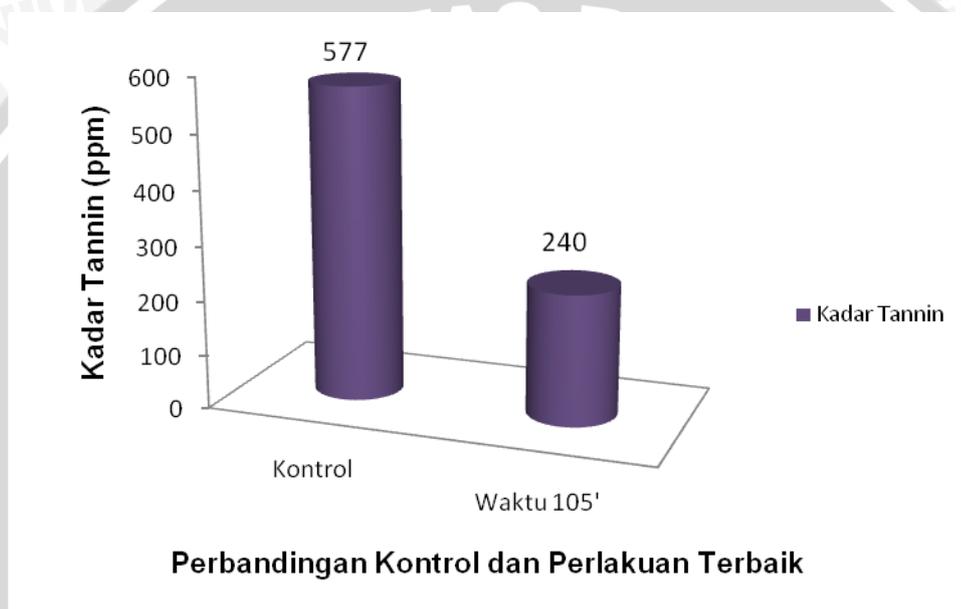
derajat putih tepung. Selain itu beberapa proses seperti pengeringan juga dapat dikatakan sebagai salah satu penyebab meningkatnya kadar abu, hal ini sesuai dengan pernyataan Sudarmadji, *et al.*, (1997), bahwa kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan, lama dan suhu yang digunakan saat pengeringan, jika bahan yang diolah melalui proses pengeringan maka lama 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.

4.4.6 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).

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 analisa perlakuan terbaik pada perlakuan F yaitu lama perendaman dengan asam jawa selama 105 menit, nilai rata-rata kadar HCN perlakuan F tersebut jika dibandingkan dengan kontrol ternyata lebih rendah yaitu dengan Kadar tanin pada tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) yaitu pada kontrol sebesar 577 ppm menjadi 240 ppm pada perlakuan lama perendaman selama 105 menit, hal ini bisa ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Diagram Silinder Kadar Tanin Pada Tepung Buah Mangrove *Avicennia alba* (Api-Api)

Dari hasil grafik menunjukkan bahwa dari nilai rata-rata kadar HCN pada kontrol sebesar 577 ppm sedangkan pada kadar HCN pada perlakuan lama perendaman selama 105 menit sebesar 240 ppm. Hal ini menunjukkan kadar tanin yang lebih rendah pada perlakuan lama perendaman selama 105 menit dengan larutan asam jawa bila dibandingkan dengan kontrol. Rendahnya kadar tanin ini disebabkan karena proses perendaman dengan larutan asam alba yang dapat menghidrolisa tanin itu sendiri. Semakin lama perendaman dengan larutan asam alba maka kandungan tanin dalam tepung mangrove *Avicennia alba* (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 Suryaningrum (2007) mengatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat adalah lama, dimana semakin lama lama kontak maka semakin banyak zat yang larut dalam air.

Menurut Winarno (2004), 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 Diah (2010), 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 ppm berat badan/hari, sehingga kadar tanin sebesar 240 ppm pada tepung mangrove *Avicennia alba* (api-api) perlakuan terbaik (lama perendaman 105 menit dalam asam jawa) dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung makanan yang aman apabila dikonsumsi.

4.4.7 Uji Organoleptik

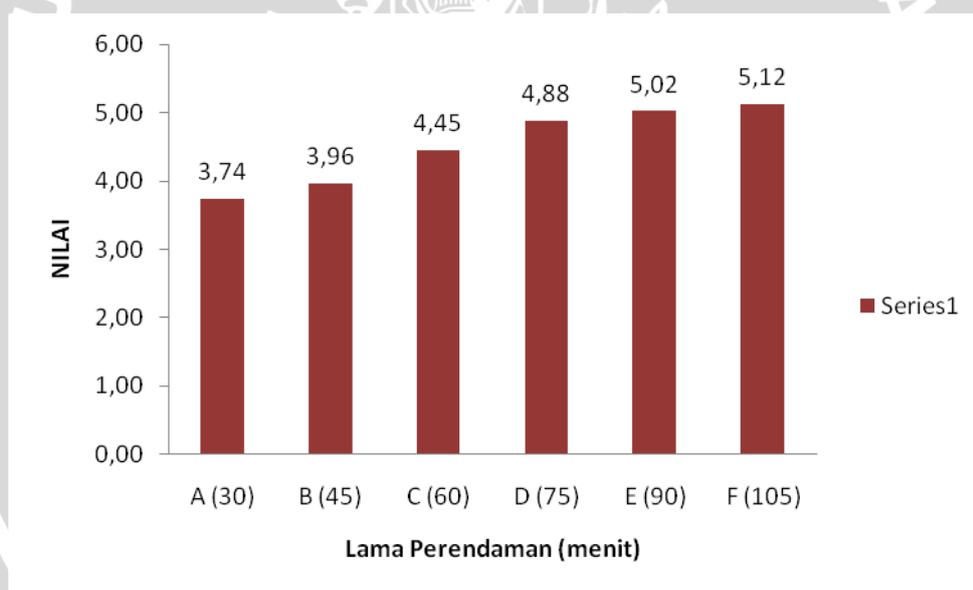
Uji organoleptik pada tepung buah mangrove *Avicennia alba* (api-api) meliputi parameter rasa dan aroma. Panelis yang digunakan dalam uji

organoleptik terhadap identifikasi karakteristik produk panelis ini berjumlah 21 orang.

4.4.7.1 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 alba* dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Rata-rata Nilai Aroma Tepung Mangrove Api-api

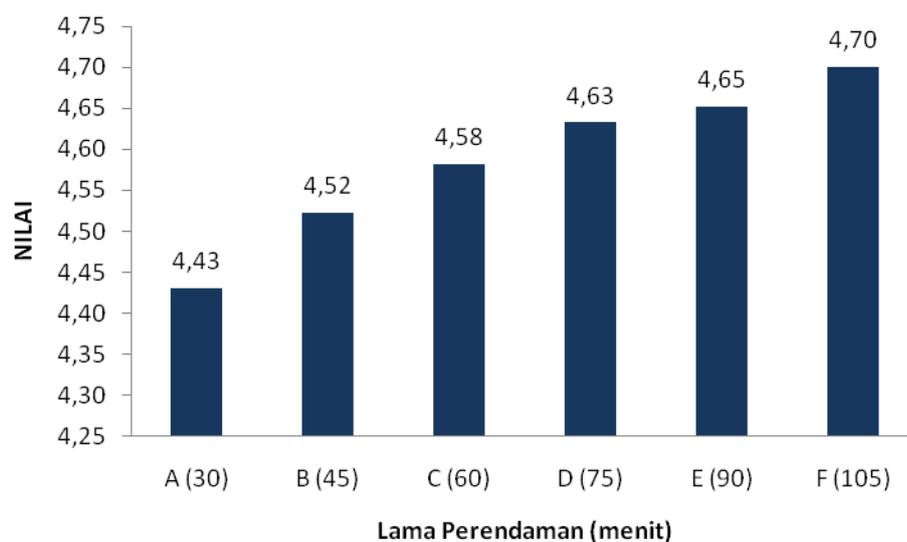
Pada Gambar 19 dapat dilihat bahwa uji skoring terhadap kriteria aroma berkisar antara 3,74 – 5,12. Tingkat rata-rata nilai kriteria aroma tertinggi menurut panelis diperoleh pada perlakuan lama perendaman selama 105 menit sebesar 5,12 (A) dan tingkat kriteria panelis terhadap aroma terendah pada perlakuan lama perendaman selama 30 menit (A) sebesar 3,74. Berdasarkan perhitungan

statistik dengan perlakuan konsentrasi larutan asam jawa yang semakin lama perendaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma tepung *Avicennia alba* (api-api) tersebut yaitu ditunjukkan dengan F_{hit} (295,4630542) > $F_{5\%}$ (2,772853153) pada Lampiran 6. Hasil analisa tingkat kriteria aroma (berbau khas asam jawa) terhadap tepung *Avicennia alba* (api-api) menunjukkan terjadinya kenaikan seiring lama perendaman dengan larutan asam jawa dengan lama perendaman selama 105 menit menurut panelis memberikan pengaruh aroma yang enak (berbau khas asam jawa) pada tepung buah mangrove *Avicennia alba* (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.

4.4.7.2 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 alba* dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Rata-rata Nilai (skor) Rasa Tepung Mangrove Api-api

Pada Gambar 20 dapat dilihat bahwa uji skoring terhadap kriteria rasa berkisar antara 4,43 - 4,70. Tingkat rata-rata nilai kriteria rasa tertinggi menurut panelis diperoleh pada perlakuan lama perendaman selama 105 menit (F) sebesar 4,70 dan tingkat kriteria panelis terhadap rasa terendah pada perlakuan lama perendaman selama 30 menit (A) sebesar 4,43. Berdasarkan perhitungan statistik dengan perlakuan lama perendaman larutan asam jawa yang semakin lama memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasa tepung *Avicennia alba* (api-api) tersebut yaitu ditunjukkan dengan $F_{hit} (5,582861762) > F_{5\%} (2,866081402)$ pada Lampiran 6. Hasil analisa tingkat kriteria rasa terhadap tepung *Avicennia alba* (api-api) menunjukkan terjadinya kenaikan seiring dengan bertambahnya lama larutan asam jawa selama 105 menit menurut panelis memberikan pengaruh rasa yang lebih menarik atau baik pada tepung buah mangrove *Avicennia alba* (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.

4.5 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 jawa 105 menit sebesar 25% yaitu dengan rata-rata nilai Pb 0,29 ppm; kadar air 3,39%; kadar abu 1,21%; kadar lemak 0,64%; kadar protein 3,70%; kadar karbohidrat 87,52%; kadar HCN 3,66 ppm, kadar tanin 240 ppm dan pengujian organoleptik yaitu rasa dan aroma yang paling disukai panelis terdapat pada tepung tepung *Avicennia alba* (api-api) dengan lama perendaman dalam larutan asam jawa selama 105 menit.