

**PENGARUH PERLAKUAN SILKUS PEMANASAN-PENDINGINAN
(AUTOCLAVING-COOLING CYCLING) TERHADAP MUTU TEPUNG
MANGROVE API-API (*Avicennia marina*)**

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

Oleh :
OLYVIA FEBRIYANDINI
0810830072



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

**PENGARUH PERLAKUAN SILKUS PEMANASAN-PENDINGINAN
(AUTOCLAVING-COOLING CYCLING) TERHADAP MUTU TEPUNG
MANGROVE API-API (*Avicennia marina*)**

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

Oleh :

**OLYVIA FEBRIYANDINI
0810830072**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**

**(Dr.Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal :**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

**(Dr.Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal :**

Dosen Pembimbing II

**(Ir. Yahya, MP)
NIP. 19630706 199003 1 003
Tanggal :**

**PENGARUH PERLAKUAN SILKUS PEMANASAN-PENDINGINAN
(AUTOCLAVING-COOLING CYCLING) TERHADAP MUTU TEPUNG
MANGROVE API-API (*Avicennia marina*)**

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

Oleh :
OLYVIA FEBRIYANDINI
0810830072

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP)
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal :

Dosen Penguji II

(Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS)
NIP. 19591005 198503 1 004
Tanggal :

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. Yahya, MP)
NIP. 19630706 199003 1 003
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal :

OLYVIA FEBRIYANDINI (NIM 0810830072). Laporan Skripsi dengan judul "Pengaruh Perlakuan Siklus Pemanasan-Pendinginan (*Autoclaving-Cooling Cycling*) Terhadap Kandungan Amilosa Tepung Mangrove Api-Api (*Avicennia marina*)" (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Happy Nursyam, MS** dan **Ir. Yahya, MP**)

Hutan mangrove merupakan sumberdaya alam yang penting di lingkungan pesisir, dan memiliki tiga fungsi utama yaitu fungsi fisik, biologis, dan ekonomis (Romimotarto, 2001). Diantara jenis tumbuhan penyusun hutan mangrove, jenis pohon api-api (*Avicennia marina*) yang merupakan jenis mangrove sejati dan pionir, berperan penting dalam menunjang ketahanan pangan dan obat-obat tradisional bagi masyarakat pesisir serta menjaga keutuhan ekosistem mangrove (Wibowo *et al.*, 2009).

Biji buah api-api berukuran kecil, sebesar kacang kapri. Oleh masyarakat nelayan, biji api-api diolah menjadi keripik. Sosok dan rasa keripik biji buah api-api, mirip dengan emping melinjo. Selain untuk keripik, biji buah api-api juga bisa ditepungkan, untuk dimasak sebagai dodol, kue kelepon dan lain-lain. Buah api-api untuk bahan keripik dan ditepungkan, dipanen ketika sudah cukup tua. Beda dengan buah bakau untuk sayur asam, yang harus dipanen muda (Foragri, 2012).

Salah satu usaha pemanfaatan sumberdaya tanaman mangrove terutama buah api-api (*Avicennia marina*) sebagai bahan baku pangan yang mengandung nilai gizi tinggi serta untuk meningkatkan nilai ekonomisnya adalah dengan cara mengolahnya menjadi tepung. Untuk meningkatkan mutu tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) maka perlu dilakukannya modifikasi pembuatan tepung. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu tepung adalah dengan cara perlakuan fisik dengan *autoclaving-cooling cycling*, sehingga tepung buah mangrove memiliki mutu yang tinggi dan aman untuk dikonsumsi.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Produksi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya dan Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari-April 2012.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap mutu tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) yang dihasilkan, mengetahui siklus *autoclaving-cooling* yang optimal sehingga menghasilkan tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan mutu yang tinggi.

Metode penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap sederhana (RAL sederhana) dengan satu faktor dan 3 kali ulangan. Perlakuan penelitian ini menggunakan siklus *autoclaving-cooling* yaitu 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Parameter uji yang digunakan dalam penelitian ini ialah analisis kimia meliputi kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin, dan tingkat kecerahan tepung.

Perlakuan siklus *autoclaving-cooling* pada pembuatan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap mutu tepung. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan 1 siklus *autoclaving-cooling* dengan rata-rata kadar protein 9,45%, kadar lemak 0,51%, kadar air 7,99%, kadar abu 1,18%, kadar karbohidrat 80,76%, kadar pati 38%, kadar amilosa 6,26% dan kadar amilopektin 31,78%. Sedangkan untuk tingkat kecerahan tepung didapatkan hasil uji yaitu, tingkat kecerahan (L^*) 60,10; tingkat kemerahan (a^*) -0,73; tingkat kekuningan (b^*) 10,77.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta penulisan laporan skripsi ini dengan judul Pengaruh perlakuan siklus pemanasan-pendinginan (*autoclaving-cooling cycling*) terhadap mutu tepung buah api-api (*Avicennia marina*). Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini tidak akan tersusun tanpa bantuan dari berbagai pihak, rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku dosen pembimbing I dan Ir. Yahya, MP selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, nasehat dan motivasi hingga laporan ini selesai.
2. Orang Tua yang telah memberikan dukungan dan doanya serta saudara-saudaraku yang memberikan semangat.
3. Teman-teman tim mangrove yang telah membantu dalam kegiatan penelitian dan sumbangan pemikiran dalam penyusunan laporan ini.
4. Teman-teman THP'08 yang tidak bisa kusebutkan namanya satu persatu, yang telah memberikan masukan, semangat serta sumbangan pemikiran.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga adanya kritik dan saran dari pembaca nantinya kami harapkan dapat menambah kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, semoga dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya bagi penulis pribadi dan pembaca.

Malang, Juli 2012

PENULIS

DAFTAR ISI

Halaman

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesa	5
1.6 Tempat dan Waktu	5

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Mangrove Api-api (<i>Avicennia marina</i>)	6
2.2 Tepung Mangrove	9
2.3 Mutu Tepung	10
2.4 Pemanasan Suhu Tinggi-Pendinginan (<i>Autoclaving-cooling</i>)	13
2.5 Protein	15
2.6 Lemak	16
2.7 Air	17
2.8 Abu	18
2.9 Karbohidrat	19
2.10 Pati	20
2.11 Amilosa	23
2.12 Amilopektin	25
2.13 Uji Kecerahan Tepung Mangrove Api-api (<i>Avicennia marina</i>)	27

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian	29
3.1.1 Bahan	29
3.1.2 Alat	29
3.2 Metode Penelitian	30
3.2.1 Metode	30
3.2.2 Variabel	30
3.3 Prosedur Penelitian	31
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	31
3.3.2 Penelitian Utama	31
3.4 Analisis Data	34
3.5 Proses Pembuatan Tepung Mangrove Api-Api (<i>Avicennia marina</i>)	35
3.5.1 Persiapan Bahan	35
3.5.2 Perendaman	36
3.5.3 Perebusan	36
3.5.4 Pengeringan	37

3.5.5	Penepungan	37
3.5.6	Pengayakan	37
3.6	Prosedur Analisis Parameter Uji Kimia	39
3.6.1	Analisis Kadar Protein (Metode <i>Kjedhal</i>)	39
3.6.2	Analisis Kadar Lemak (Metode <i>Soxhlet</i>)	39
3.6.3	Analisis Kadar Air (Metode Pengeringan/ <i>Thermogravimetri</i>)	39
3.6.4	Analisis Kadar Abu (Metode Kering)	40
3.6.5	Analisis Karbohidrat (Metode <i>By Difference</i>)	40
3.6.6	Analisis Kadar Pati (Metode Hidrolisis Asam)	41
3.6.7	Analisis Kadar Amilosa (Metode Iodometri)	41
3.6.8	Analisis Kadar Amilopektin (Metode Iodometri)	42
3.6.9	Analisis Kecerahan (Metode <i>Color Reader</i>)	42
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Penelitian	43
4.1.1	Penelitian Pendahuluan	43
4.1.2	Penelitian Utama	43
4.2	Parameter Kimia	45
4.2.1	Kadar Protein	45
4.2.2	Kadar Lemak	49
4.2.3	Kadar Air	53
4.2.4	Kadar Abu	57
4.2.5	Kadar Karbohidrat	62
4.2.6	Kadar Pati	66
4.2.7	Kadar Amilosa	70
4.2.8	Kadar Amilopektin	75
4.2.9	Kecerahan Tepung Mangrove Api-Api (<i>Avicennia marina</i>)	79
4.2.9.1	Tingkat Kecerahan (L^*)	79
4.2.9.2	Tingkat Kemerahan (a^*)	81
4.2.9.3	Tingkat Kekuningan (b^*)	82
5.	Kesimpulan dan Saran	
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	85
	DAFTAR PUSTAKA	86
	LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Avicennia marina</i>	7
2. Mekanisme Pembentukan Rs3 Dari Rekrystalisasi Amilosa Akibat Proses <i>Autoclaving-Cooling</i> (Haralampu 2000).....	15
3. Rumus Struktur Amilosa (Dziedzic dan Kearsley 1995).....	24
4. Rumus Struktur Amilopektin (Dziedzic and Kearsley 1995).....	26
5. Color reader (Istighfaro, 2010).....	27
6. Diagram Alir Pembuatan Tepung Mangrove Api-api (<i>Avicennia marina</i>) dengan Perlakuan Kontrol.....	33
7. Diagram Alir Pembuatan Tepung Mangrove Api-api (<i>Avicennia marina</i>) dengan Perlakuan Siklus <i>Autoclaving-cooling</i>	38
8. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Kadar Protein Tepung Buah Mangrove Api-api.....	47
9. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Kadar Lemak Tepung Mangrove Api-api.....	51
10. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Kadar Air Tepung Buah Mangrove Api-api.....	55
11. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Kadar Abu Tepung Buah Mangrove Api-api.....	60
12. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Kadar Karbohidrat Tepung Buah Mangrove Api-api.....	65
13. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Kadar Pati Tepung Buah Mangrove Api-api.....	69
14. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Kadar Amilosa Tepung Mangrove Api-api.....	73
15. Perubahan Granula Pati (Alami: I) Selama Proses Gelatinisasi, Terjadinya Pengembangan (Iia), Pelepasan Amilosa (Iib), Retrogradasi, Proses Penggabungan Kembali Rantai Linear Pati Setelah Dekristalisasi Akibat Gealtiniasi (Srichuwong, 2006).....	74
16. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Kadar Amilopektin Tepung Mangrove Api-api.....	77
17. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Tingkat Kecerahan Tepung Mangrove Api-api.....	80
18. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Tingkat Kemerahan Tepung Mangrove Api-api.....	82
19. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan <i>Autoclaving-cooling cycling</i> Tehadap Parameter Tingkat Kekuningan Tepung Mangrove Api-api.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Gizi Buah Mangrove Api-api /100 g	8
2. Komposisi Kimia Tepung Mangrove	10
3. Syarat Mutu Tepung Sebagai Bahan Makanan	13
4. Perlakuan Penelitian Utama	31
5. Model Rancangan Percobaan Penelitian Utama.....	34
6. Analisis Proksimat Penelitian Pendahuluan pada Buah Mangrove Api-api (<i>Avicennia marina</i>) Segar	43
7. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove Api-api dengan Perlakuan Kontrol.....	44
8. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove Api-api dengan Perlakuan 1 Siklus <i>Autoclaving-cooling</i>	44
9. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove api-api dengan Perlakuan 3 Siklus <i>Autoclaving-cooling</i>	44
10. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove Api-api dengan Perlakuan 5 Siklus <i>Autoclaving-cooling</i>	44
11. Hasil Uji Kecerahan Tepung Buah Mangrove Api-api (<i>Avicennia marina</i>).....	45
12. Rata-rata Kadar Protein Tepung Buah Mangrove Api-api	46
13. Rata-rata Kadar Lemak Tepung Buah Mangrove Api-api.....	50
14. Rata-rata Kadar Air Tepung Buah Mangrove Api-api.....	54
15. Rata-rata Kadar Abu Tepung Buah Mangrove Api-api.....	58
16. Rata-rata Kadar Karbohidrat Tepung Buah Mangrove Api-api	63
17. Rata-rata Kadar Pati Tepung Buah Mangrove Api-api	67
18. Rata-rata Kadar Amilosa Tepung Buah Mangrove Api-api.....	71
19. Rata-rata Kadar Amilopektin Tepung Buah Mangrove Api-api	76
20. Rata-rata Tingkat Kecerahan (L*) Tepung Buah Mangrove Api-api	79
21. Rata-rata Tingkat Kemerahan (a*) Tepung Buah Mangrove Api-api	81
22. Rata-rata Tingkat Kekuningan (b*) Tepung Buah Mangrove Api-api.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Analisis Parameter Uji Kimia.....	96
2. Data Hasil Analisis Uji Sidik Ragam Uji Parameter Mutu Tepung Buah Mangrove Api-Api (<i>Avicennia marina</i>).....	103
3. Gambar Kegiatan Penelitian	109
4. Data Hasil Uji Proksimat Buah Mangrove Api-Api (<i>Avicennia marina</i>) Segar.....	118
5. Data Hasil Uji Proksimat, Pati, Amilosa, Amilopektin dan Tingkat Warna Tepung Buah Mangrove Api-Api (<i>Avicennia marina</i>)	119



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove atau bakau merupakan vegetasi yang tumbuh di pesisir pantai berlumpur atau muara sungai yang umumnya tergenang oleh pasang surutnya air laut. Berbeda dengan hutan pantai yang jarang atau bahkan tidak pernah tergenang oleh pasang surutnya air. Komposisi jenis di setiap hutannya berbeda, tergantung pada kandungan lumpur tanah, karakteristik pasang surut, jarak dari laut, salinitas, dan frekuensi penggenangan oleh air laut, serta gangguan dari manusia. Di Indonesia tidak kurang dari 73 jenis pohon penyusun struktur hutan mangrove. Yang banyak dikenal antara lain adalah *Rhizophora mucronata* (bakau api), *R. apiculata* (bakau bini), *Bruguiera gymnorrhiza* (tancang), *Sonneratia alba* (prepat), *Avicennia marina* (api-api), *Ceriops tagal* (tengar), dan *Xylocarpus mollucensis* (nyirih) (Anwar, 2007).

Hutan mangrove merupakan sumberdaya alam yang penting di lingkungan pesisir, dan memiliki tiga fungsi utama yaitu fungsi fisik, biologis, dan ekonomis (Romimotarto, 2001). Fungsi fisik adalah sebagai penahan angin, penyaring bahan pencemar, penahan ombak, pengendali banjir dan pencegah intrusi air laut ke daratan. Fungsi biologis adalah sebagai daerah pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan sebagai daerah mencari makan (*feeding ground*) bagi bahan bangunan, bahan makanan dan obat-obatan. Selain itu, fungsi tersebut adalah strategis sebagai produsen primer yang mampu mendukung dan menstabilkan ekosistem laut maupun daratan (Hiariey, 2009).

Diantara jenis tumbuhan penyusun hutan mangrove, jenis pohon api-api (*Avicennia marina*) yang merupakan jenis mangrove sejati dan pionir, berperan

penting dalam menunjang ketahanan pangan dan obat-obat tradisional bagi masyarakat pesisir serta menjaga keutuhan ekosistem mangrove (Wibowo *et al.*, 2009). *Avicennia marina* merupakan tanaman mangrove cepat dan mudah tumbuh, permudaan alaminya sangat cepat, bahkan diperkirakan tanaman berumur 2 tahun telah mulai menghasilkan buah. Dalam bentuk alami pemanfaatan buah mangrove *Avicennia marina* untuk olahan pangan sangat terbatas. Dalam kondisi alami juga menjadi sangat terbatas umur simpannya karena buah-buahan hasil pertanian yang lainnya akan mengalami kebusukan. Salah satu pemanfaatan *A. marina* menjadi bahan pangan, yaitu dengan mengolahnya menjadi tepung (Santoso *et al.*, 2005).

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang mempunyai sifat lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur, diperkaya zat gizi, mempermudah distribusi, memperluas pemasaran serta memberikan kemudahan dalam penyajiannya. Komoditas hasil pertanian, seperti umbi-umbian, sereal dan buah-buahan adalah sumber pangan alternatif pengganti tepung terigu (Moeljaningsih, 2012). Penepungan merupakan salah satu solusi untuk mengawetkan buah mangrove *Avicennia marina* karena dengan penepungan dapat memutus rantai metabolisme buah mangrove *Avicennia marina* sehingga menjadi lebih awet karena kandungan airnya lebih rendah dan dapat lebih fleksibel diaplikasikan pada berbagai jenis olahan pangan sehingga nantinya diharapkan lebih mudah dikenalkan kepada masyarakat.

Menurut Dwiloka (2004), mutu adalah tingkat keistimewaan, sifat, karakter, fungsi dan atau ciri-ciri yang menunjukkan kesesuaian bahan atau produk untuk tujuan-tujuan yang dimaksudkan dan tergantung pada kaitan permasalahannya sejak bahan diterima, di titik-titik proses manufacturing, di distribusi atau maksud

lain yang menyertainya. Disamping produk dengan mutu rata-rata terdapat produk bermutu sangat tinggi dan juga produk bermutu sangat rendah.

Buah *Avicennia marina* yang diolah menjadi tepung kandungan gizinya terutama karbohidrat sangat dominan sehingga bisa dieksplorasi menjadi sumber pangan baru (Ilminingtyas, 2010). Dimana nilai gizi buah mangrove yaitu kandungan karbohidrat yang cukup tinggi sebesar 85,1 %/100g, lemak 0,6 %/100g dan protein 4,8 %/100g (Aprilia, 2008).

Penelitian modifikasi pati dari bahan pangan telah banyak dilakukan, diantaranya modifikasi pati jagung, kentang, beras dan singkong dengan cara kimia, enzimatis atau perlakuan panas. Kadar pati resisten dapat mengalami perubahan selama proses modifikasi seperti pemanasan yang dikombinasi dengan pendinginan pada pati yang akan meningkatkan jumlah pati retrogradasi (Aparicio-Sauilan *et al.*, 2005). Kompleks antara amilosa dengan lemak juga dapat meningkat dengan adanya penambahan tekanan dan suhu (Rooney, 2002).

Hasil dari penelitian terdahulu Perlakuan dengan siklus *autoclaving-cooling* terhadap pati dapat menurunkan daya cerna pati dan meningkatkan kadar pati resisten (*resistant starch* atau RS) (Shin *et al.*, 2004). Proses *autoclaving-cooling* secara berulang dapat menyebabkan semakin banyaknya pembentukan fraksi amilosa teretrogradasi atau terkristalisasi (Haralampu, 2000).

Pati yang memiliki kandungan amilosa yang tinggi dapat bermanfaat sebagai serat tubuh dan memiliki potensi prebiotik. Contoh pangan fungsional antara lain makanan yang mengandung serat tinggi seperti sayur, buah, biji-bijian dan pati resisten (Dewanti, 2006). Dalam penelitian terdahulu oleh Cassidy *et al.*, (1994), menyatakan adanya hubungan terbalik antara asupan pati dan

berjangkitnya kanker kolon, artinya semakin tinggi asupan pati tinggi amilosa merupakan salah satu sumber serat bagi tubuh.

Pati tinggi amilosa termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia atau dengan mengganggu struktur asalnya (Fleche, 1985). Hal ini dimaksudkan agar mendapatkan kadar amilosa yang tinggi, di mana pati tersebut dapat berpotensi menjadi serat pangan yang baik untuk kesehatan. Dengan latar belakang tersebut maka perlu diadakannya penelitian untuk mengetahui penggunaan siklus pemanasan dengan suhu tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling cycling*) terhadap kadar kandungan amilosa pada tepung buah mangrove *Avicennia marina*, sehingga menghasilkan tepung dengan kadar kandungan amilosa yang tinggi dan aman untuk dikonsumsi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dapat meningkatkan mutu tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*)?
2. Berapakah siklus yang paling optimal untuk menghasilkan tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) bermutu tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui peningkatan mutu tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*).
2. Untuk mengetahui siklus yang optimal dalam menghasilkan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan mutu tinggi.

1.4 Kegunaan Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengaruh perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dalam meningkatkan mutu tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*), sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis tepung yang dihasilkan. Selain itu juga dapat memberikan informasi lainnya mengenai penggunaan siklus optimal yang sehingga lebih efisien jika diterapkan dalam industri pangan.

1.5 Hipotesa

Hipotesa yang mendasari penelitian ini adalah :

H0 : Diduga perlakuan *autoclaving-cooling cycling* tidak dapat meningkatkan mutu tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*).

H1 : Diduga perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dapat meningkatkan mutu tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*).

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia, Nutrisi dan Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya serta Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari-April 2012.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Avicennia marina merupakan salah satu tanaman mangrove yang termasuk ke dalam *family Avicenniaceae*. *A. marina* dikenal dengan nama api-api, sie-sie, pejapi, nyapi, hajusa, pai (Sugianto, 2003). *A. marina* tumbuh pada zona terdekat dan berbatasan langsung dengan laut yang kisaran salinitasnya antara 10-30‰, selalu mendapat genangan 1-2 kali sehari selama 20 hari sebulan (Kusmana, 1993).

Api-api adalah nama sekelompok tumbuhan dari marga *Avicennia*, suku *canthaceae*. Api-api biasa tumbuh di tepi atau dekat laut sebagai bagian dari komunitas hutan bakau. Sebagai warga komunitas mangrove, api-api memiliki beberapa ciri yang merupakan bagian dari adaptasi pada lingkungan berlumpur dan bergaram. Buah mangrove khususnya buah api-api merupakan salah satu komoditas perikanan yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir khususnya Di Desa Bajo Indah Kecamatan Soropia Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara. Dari bahan mentah buah mangrove dari jenis buah api-api telah dikembangkan ratusan jenis produk yang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. Industri yang memanfaatkan buah api-api antara lain kelompok industri makanan (Safarudincio, 2010).

Tanaman mangrove yang buahnya bisa menghasilkan pangan adalah api-api (*Avicennia alba*, *Avicennia marina*). Biji buah api-api berukuran kecil, sebesar kacang kapri. Oleh masyarakat nelayan, biji api-api diolah menjadi keripik. Sosok dan rasa keripik biji buah api-api, mirip dengan emping melinjo. Selain untuk keripik, biji buah api-api juga bisa ditepungkan, untuk dimasak sebagai dodol, kue kelepon dan lain-lain. Buah api-api untuk bahan keripik dan

ditepungkan, dipanen ketika sudah cukup tua. Beda dengan buah bakau untuk sayur asam, yang harus dipanen muda (Foragri, 2012).

Avicennia marina mempunyai ciri-ciri buah berbentuk membulat dan agak berbulu dengan panjang buah 1,5-2,5 cm berwarna hijau keabu-abuan dan bunga kecil berwarna oranye (Bengen, 2003). Klasifikasi dari *Avicennia marina* menurut Wijayanti (2010), ialah :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Scrophulariales
Famili	: Acanthaceae
Genus	: <i>Avicennia</i>
Spesies	: <i>Avicennia marina</i>

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



Gambar 1. Api-api (*Avicennia marina*)

Masyarakat disekitar pesisir mulai banyak memanfaatkan buah mangrove *Avicennia marina* sebagai bahan baku pembuatan kue dan sebagai alternatif bahan pangan. Salah satu kreatifitas masyarakat dalam memanfaatkan

kelimpahan bahan baku buah api-api (*Avicennia sp*) adalah membuatnya menjadi roti (bolu) (Sunyoto, 2008). Selain itu, kue yang terbuat dari tepung buah mangrove *Avicennia marina* adalah kue kelepon, dodol, bubur dan resoles (Kesemat, 2010). Buah mangrove merupakan sumber karbohidrat. Nilai gizi buah mangrove cukup memadai sebagai bahan pangan yaitu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Adapun kandungan gizi dari buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Buah Mangrove Api-api /100 g

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

Sumber: Hartanti (2010)

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

Selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, *Avicennia* bagian kayunya dapat dipakai untuk bangunan rumah (pilar, atap dll.), digunakan untuk membuat mebel, perahu. Kayunya juga digunakan untuk membuat kayu bakar, dan juga pulp. Kayunya yang keras sangat tahan terhadap serangan rayap. Pohon *Avicennia marina* mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat yang tinggi. Pohon ini memiliki sistem penanggulangan materi toksik dengan cara melamahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi) yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut (Heriyanto, 2011).

2.2 Tepung Mangrove

Tepung adalah partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus tergantung pemakaiannya. Biasanya digunakan untuk keperluan penelitian, rumah tangga dan bahan baku industri. Tepung bisa berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung atau hewani misalnya tepung tulang dan tepung ikan (Ina, 2012).

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan. Hal ini disebabkan karena tepung lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (fortifikasi), dibentuk dan lebih cepat diolah sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba cepat dan praktis (Ayuarta, 2011).

Rasa tepung dari daging buah *Avicennia marina* yang diolah menjadi makanan mempunyai ciri khas rasa dingin dan pecah pada saat digigit sehingga dapat menimbulkan ciri khas (Whimpey, 2007). Namun buah mangrove tidak dapat langsung diolah menjadi tepung karena memiliki kandungan tanin yang tinggi. Zat ini akan menyebabkan tepung menjadi terasa kelat (sepet). Hingga sebelum ditepungkan, zat tanin dalam buah mangrove itu harus dinetralkan terlebih dahulu. Caranya, buah mangrove yang sudah tua, direbus dengan menggunakan air campur abu. Setelah itu buah direndam dalam air bersih, baru kemudian diproses menjadi tepung (Foragri, 2012). Adapun komposisi kimia dari tepung mangrove dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Tepung Mangrove

Komposisi Kimia	Kandungan
Kadar air (%)	73,756
Kadar Karbohidrat (%)	23,528
Kadar lemak (%)	1,246
Kadar protein (%)	1,128
Kadar abu (%)	0,342
HCN (%)	6,8559
Tannin (mg)	34,105

Sumber : Ilminingtyas dan Kartikawati (2009).

Kandungan energi buah bakau ialah 371 kilokalori/100g atau lebih tinggi dari beras yang hanya 360 kilokalori/100 gram serta jagung yang hanya 307 kilokalori/100 gram. Namun pemanfaatannya sebagai bahan pangan di Indonesia masih sangat terbatas (Kartika, 2008).

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

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

2.3 Mutu Tepung

Mutu pangan adalah nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan pangan, kandungan gizi, dan standar perdagangan terhadap bahan makanan, makanan dan minuman (Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia, 2004). Dalam pembuatan makanan, hal yang harus diperhatikan ialah ketepatan penggunaan jenis tepung. Kemampuan tepung dalam menyerap air disebut **Water Absorption**. Kemampuan daya serap air tepung berkurang bila kadar air dalam tepung (*Moisture*) terlalu tinggi atau tempat penyimpanan yang lembab (Prabowo, 2010).

Menurut Faridah *et al.*, (2008), untuk menghasilkan produk yang bermutu tinggi dibutuhkan tepung yang bermutu tinggi. Tepung ini dapat dikenali dengan melihat warna, kekuatan, kemudahan dalam menyesuaikan diri, daya serap, dan keseragaman.

1) Colour

Tepung yang baik memiliki warna yang sedikit agak krem. Kalau tidak maka remah roti yang dihasilkan akan berwarna putih. Dalam hal pembuatan roti, warna itu dapat dikontrol dengan mengubah formula atau resepnya, mengolah adonan dengan mesin, dan dengan menambahkan bahan yang dapat mempengaruhi warna tepung.

2) Strength

Tepung kuat (*strong flour*) dan tepung lemah (*soft/ weak flour*), istilah ini didasarkan atas kemampuan tepung untuk menghasilkan roti yang padat besar, yang mengembang baik.

3) Tolerance

Tepung harus mampu menahan proses peragian dan menghasilkan roti yang memuaskan di atas waktu yang pada umumnya diperlukan untuk mencapai tingkat kematangan yang tepat.

4) High Absorption

Hal ini berkaitan dengan kemampuan tepung unuk menyerap dan menahan sejumlah air sampai batas maksimal tanpa pencampuran (mixing) tambahan guna mengembangkan adonan.

5) Uniformity

Keseragaman juga merupakan masalah penting, jika tepung tidak memiliki keseragaman maka diperlukan perubahan dan pengawasan yang terumenerus secara seksama.

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



Tabel 3. Syarat Mutu Tepung Sebagai Bahan Makanan

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bentuk		serbuk
1.2	Bau		normal (bebas dari bau asing)
1.3	Warna		putih, khas terigu
1.4	Rasa		normal
2	Benda Asing		tidak ada
3	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan - potongannya yang tampak		tidak ada
4	Jenis pati lain selain pati sagu		tidak ada
5	Kehalusan, lolos ayakan 100 mesh (b/b)	%	min 95
6	Kadar air (b/b)	%	maks 13
7	Kadar abu (b/b)	%	maks 0,5
8	Kadar pati	%	min 65
9	Kadar serat kasar (b/b)	%	maks 0,5
10	Derajat keasaman	ml NaOH 1 N/100g	maks 4,0
11	Residu O ₂	detik	min 300
12	Cemaran logam		
12.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,00
12.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 10,0
12.3	Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05
13	Cemaran arsen	mg/kg	maks 0,50
14	Cemaran mikroba		
14.1	Angka lempeng total	koloni/g	maks 10 ⁶
14.2	E coli	APM/ g	maks 10
14.3	Kapang	koloni/g	maks 10 ⁴

Sumber : SNI tahun 2008

2.4 Pemanasan Suhu Tinggi-Pendinginan (*Autoclaving-cooling*)

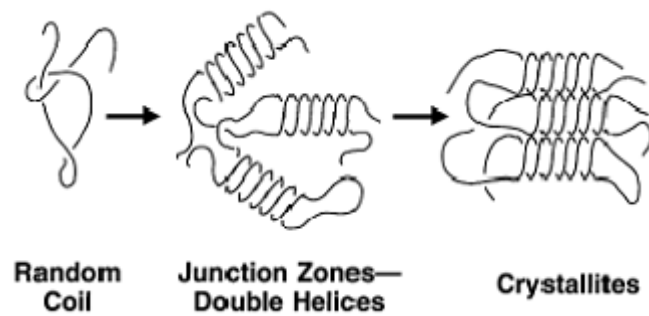
Perlakuan pemanasan dengan menggunakan metode *autoclaving* dapat meningkatkan produksi pati resisten hingga 9%. Metode *autoclaving* dilakukan dengan mensuspensikan pati dengan rasio penambahan air 1:3.5 atau 1:5, kemudian dipanaskan dengan pemanasan autoklaf pada suhu tinggi. Setelah diautoklaf, suspensi pati disimpan pada suhu rendah agar terjadi retrogradasi. Selama retrogradasi, molekul pati kembali membentuk struktur kompak yang distabilkan dengan adanya ikatan hidrogen. Peningkatan kadar pati resisten

dapat dilakukan dengan menggunakan pengulangan siklus. Perlakuan modifikasi ini disebut *autoclaving-cooling cycling treatment* (Sugiyono *et al.*, 2009).

Autoclaving atau pemanasan dengan uap bertekanan tinggi dapat meningkatkan RS 1% lebih tinggi dibanding bahan bakunya pada gandum (Siljestrom dan Asp, 1985). Proses pengolahan dengan menggunakan autoklaf dapat meningkatkan RS gandum dari 6,20% menjadi 7,80% setelah tiga kali proses pemasakan atau pendinginan (Bjorck dan Nyoman 1987). Ranhotra *et al.*, (1991) menyatakan, proses *autoclaving* dapat meningkatkan RS tiga kali lebih banyak pada tepung roti serta empat kali lebih banyak pada tepung produk pastry. Menurut Sievert dan Pomeranz (1989), penggunaan enzim RS selama proses *autoclaving* dan pendinginan menghasilkan rendemen RS tertinggi, yaitu 21,30% pada pati Amilomaize VII (kadar amilosa 70%).

Proses *autoclaving-cooling* dilakukan pada suhu tinggi di atas suhu gelatinisasinya. Suspensi pati bersifat tidak larut dalam air dan mudah mengendap sesaat sebelum dan selama proses *autoclaving*. Pengendapan pati selama *autoclaving* tidak dikehendaki, karena dapat menyebabkan proses gelatinisasi pati tidak seragam di seluruh bagian suspensi pati. Adanya pemanasan awal sebelum proses *autoclaving* diharapkan dapat menghasilkan pasta pati yang lebih homogen (Gustiar, 2009).

Proses *autoclaving-cooling* secara berulang dapat menyebabkan semakin banyaknya pembentukan fraksi amilosa teretrogradasi atau terkristalisasi. Fraksi amilosa yang berikatan dengan fraksi amilosa lainnya melalui ikatan hidrogen membentuk struktur *double helix*. Struktur *double helix* berikatan dengan struktur *double helix* lainnya membentuk kristalit sehingga terjadi rekristalisasi fraksi amilosa yang dikenal dengan proses pembentukan RS3. Rekristalisasi amilosa ini terjadi selama proses pendinginan (*cooling*) (Gambar 2).



Gambar 2. Mekanisme pembentukan RS3 dari rekristalisasi amilosa akibat proses *autoclaving-cooling* (Haralampu 2000).

Sajilata *et al.*, (2006) menyatakan bahwa proses *autoclaving-cooling* pada pati gandum dapat meningkatkan kadar pati resisten menjadi sembilan kali lipat dari pati gandum alami (9,0%). Jumlah siklus *autoclaving-cooling* juga mempengaruhi kadar pati resisten yang dihasilkan, misalnya pati gandum yang diproses dengan tiga kali siklus *autoclaving-cooling* meningkat kadar RS3-nya menjadi 7,8% bila dibandingkan hanya satu kali siklus (6,2%). Demikian juga pati resisten dari biji barley meningkat kandungan RS3-nya dari 6% menjadi 26% setelah melewati 20 kali siklus *autoclaving-cooling* (Szczo drak dan Pomeranz 1991).

2.5 Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini di samping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C,H,O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang, dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga. Protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi di dalam tubuh (Winarno, 2004).

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Beberapa asam amino di samping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, iodium, dan kobalt. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di dalam karbohidrat dan lemak. Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein (Almatsier 2001).

Proses pemanasan bahan pangan dapat meningkatkan ketersediaan zat gizi yang terkandung di dalamnya, misalnya pemanasan kacang-kacangan (kedelai) mentah dapat meningkatkan daya cerna dan ketersediaan protein yang terkandung di dalamnya. Selain itu proses fermentasi kedelai dalam proses pembuatan tempe misalnya, juga dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein yang akan meningkatkan daya cerna protein tersebut (Palupi *et al.*, 2007).

Kebutuhan protein perorangan tergantung pada laju pertumbuhan dan berat badan. Orang dewasa memerlukan kira-kira 1 gr protein untuk setiap kg berat badan. Selama periode pertumbuhan lebih banyak protein diperlukan secara proporsional misalnya untuk anak-anak usia 5-6 tahun dibutuhkan kira-kira 2 gr protein untuk setiap kg berat (Batubara, 2009).

2.6 Lemak

Lemak merupakan sumber energi yang paling besar yaitu sekitar 9 kkal/gram dibandingkan karbohidrat dan protein yang hanya berkisar 4 kkal/gram. Lemak merupakan senyawa organik yang larut dalam solven non polar seperti *benzene*, *chloroform* dan *eter*, tetapi lemak tidak larut dalam air.

Komponen penyusun lemak terdiri dari atom karbon, hidrogen, dan oksigen yang berasal dari satu molekul gliserol (Hargono *et al.*, 2008).

Lemak adalah senyawa organik yang terdiri dari atom karbon (C) hydrogen (H) dan oksigen (O). Lemak bersifat larut dalam pelarut lemak, seperti benzene, eter, petroleum dan sebagainya. Lemak yang mempunyai titik lebur tinggi berbetuk padat pada suhu kamar disebut lemak, sedangkan yang mempunyai titik lebur rendah berbentuk cair disebut minyak (Departemen gizi dan Kesehatan Masyarakat FKM. UI, 2007).

Kebutuhan energi total dianggap baik untuk kesehatan, jumlah ini memenuhi kebutuhan akan asam lemak esensial dan untuk membantu penyerapan vitamin larut-lemak. Diantara lemak yang dikonsumsi sehari dianjurkan paling banyak 10% dari kebutuhan energi total berasal dari lemak jenuh, dan 3-7 dari lemak tidak jenuh-ganda. Konsumsi kolesterol yang dianjurkan adalah ≤ 300 mg sehari (Almatsier, 2004).

2.7 Air

Air untuk industri pangan memegang peranan penting karena dapat mempengaruhi mutu makanan yang dihasilkan. Jenis air yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis bahan yang diolah. Air yang digunakan harus mempunyai syarat-syarat tidak berwarna, tidak berbau, jernih, tidak mempunyai rasa, tidak mengandung besi (Fe) dan mangan (Mn), serta dapat diterima secara bakteriologis yaitu tidak mengganggu kesehatan dan tidak menyebabkan kebusukan bahan pangan yang diolah (Arph, 1993).

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi RH udara sekitar. Bila terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan pangan akan dapat menjadi media yang baik bagi mikroba. Kondensasi tidak selalu berasal dari luar bahan. Di dalam pengepakan buah-buahan dan sayuran dapat

menghasilkan air dari respirasi dan transpirasi, air ini dapat membantu pertumbuhan mikroba (Susiwi, 2009).

Pada produk bahan pangan harus memiliki kadar air yang rendah yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk dengan masa simpan yang lama. Kadar air rendah (6-10%) selain terbebas dari cendawan, bakteri dan khamir, juga akan menekan aktivitas enzim peroksidase. Enzim peroksidase merupakan penyebab terjadinya ketengikan pada bahan akibat terurainya lemak oleh peroksidase (Winarno, 2001).

2.8 Abu

Abu merupakan residu anorganik yang didapat dengan cara mengabukan komponen-komponen organik dalam bahan pangan. Jumlah dan komposisi abu dalam mineral tergantung pada jenis bahan pangan serta metode analisis yang digunakan. Abu dan mineral dalam bahan pangan umumnya berasal dari bahan pangan itu sendiri (*indigenous*). Tetapi ada beberapa mineral yang ditambahkan ke dalam bahan pangan, secara disengaja maupun tidak disengaja. Abu dalam bahan pangan dibedakan menjadi abu total, abu terlarut dan abu tak larut. (Puspitasari, *et.al*, 1991).

Menurut Winarno (1997), 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.

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 (Suarni, 2005). Kadar abu yang tinggi pada bahan tepung kurang disukai karena cenderung

member warna gelap pada produknya. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung maka akan semakin baik, karena kadar abu selain mempengaruhi warna akhir produk tepung juga akan mempengaruhi tingkat kestabilan adonan (Ambarsari *et al.*, 2009).

2.9 Karbohidrat

Karbohidrat adalah polihidroksi aldehyd atau polihidroksiketone dan meliputi kondensat polimer-polimernya yang terbentuk. Nama karbohidrat dipergunakan pada senyawa-senyawa tersebut, mengingat rumus empirisnya yang berupa $C_nH_{2n}O_n$ atau mendekati $C_n(H_2O)_n$ yaitu karbon yang mengalami hidratisasi. Di alam, karbohidrat merupakan hasil sintesa CO_2 dan H_2O dengan pertolongan sinar matahari dan hijau daun (Sudarmadji *et al.*, 2007).

Karbohidrat banyak terdapat dalam bahan nabati, baik berupa gula sederhana, heksosa, pentose, maupun karbohidrat dengan berat molekul yang tinggi seperti pati, pectin, selulosa, dan lignin. Sumber karbohidrat utama bagi bahan makanan kita adalah serealia dan umbi-umbian. Kandungan pati dalam beras = 78,3%, jagung = 72,4%, singkong = 34,6%, dan talas = 40%. Pada hasil ternak, khususnya daging, karbohidrat terdapat dalam bentuk glikogen yang disimpan dalam jaringan-jaringan otot dan dalam hati (Winarno, 2004).

Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi bagi penduduk di seluruh dunia, karena banyak di dapat di alam dan harganya relatif murah. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kkalori. Sebagian karbohidrat di dalam tubuh berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi segera; sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot, dan sebagian diubah menjadi lemak untuk kemudian disimpan sebagai cadangan energi di dalam jaringan lemak (Hidayat, 2009).

Semua jenis karbohidrat termasuk pati mulai mengalami reaksi kimiawi sejak ada di dalam mulut, yaitu oleh enzim α -amilase (*ptyalin*) dalam saliva. Dalam hal ini karbohidrat berantai panjang termasuk pati mengalami proses pencernaan sebagian. Setelah melewati lambung karbohidrat ini akan dicerna lebih lanjut dalam duodenum oleh enzim *amylase* yang dihasilkan oleh pancreas menjadi rantai yang lebih pendek. Pencernaan karbohidrat diakhiri oleh enzim-enzim disakaridase yang dihasilkan oleh mukosa usus halus menjadi monosakarida yang dapat diserap ke dalam aliran darah (Bender, 2003).

Dalam ilmu gizi, secara sederhana karbohidrat dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks dan berdasarkan responnya terhadap glukosa di dalam tubuh, karbohidrat juga dapat dibedakan berdasarkan nilai tetapan indeks glicemik-nya (*glycemic index*). Contoh dari karbohidrat sederhana adalah monosakarida seperti glukosa, fruktosa dan galaktosa atau juga disakarida seperti sukrosa dan laktosa. Jenis-jenis karbohidrat sederhana ini dapat ditemui terkandung di dalam buah-buahan dan susu. Sedangkan contoh dari karbohidrat kompleks adalah pati (*starch*), glikogen (simpanan energi di dalam tubuh), selulosa, serat fiber atau dalam konsumsi sehari-hari karbohidrat kompleks dapat ditemui terkandung di dalam produk pangan seperti nasi, kentang, jagung, singkong, ubi, pasta, roti (Irawan, 2007).

2.10 Pati

Pati merupakan polisakarida yang terdapat pada tanaman dalam bentuk granula. Granula pati banyak tersimpan pada bagian batang, akar, umbi, biji dan atau buah. Pati pada tanaman berperan sebagai sumber energi untuk fase dorman, germinasi dan pertumbuhan (Swinkles, 1985). Pati berbeda dengan tepung di mana tepung merupakan bahan yang dihancurkan sampai halus

sedangkan pati merupakan polisakarida kompleks yang tidak larut dalam air dan digunakan oleh tumbuhan untuk menyimpan cadangan glukosa (Jati, 2006).

Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati dapat dibuat dari tumbuhan singkong (ubi kayu), ubi jalar, kentang, jagung, sagu, dan lain-lain. Di dalam pati tersusun atas dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Dua fraksi ini dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Secara struktur amilosa mempunyai struktur lurus, sedang amilopektin bercabang (Rahmayanti, 2010).

Pati juga merupakan simpanan energi di dalam sel-sel tumbuhan berbentuk butiran-butiran mikroskopik dengan berdiameter berkisar antara 5-50nm dan di alam pati akan banyak terkandung dalam beras, gandum, jagung, biji-bijian seperti kacang merah atau kacang hijau dan banyak juga terkandung di dalam berbagai jenis umbi-umbian seperti singkong, kentang atau ubi (Irawan, 2007). Ditinjau dari rumus kimianya pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidro monosakarid dengan rumus umum ($C_6H_{10}O_5$). Penyusun utama pati adalah amilosa dan amilopektin (Kirk dan Othmer, 1954).

Granula pati dapat menyerap air dan mengembang. Dalam air dingin granula pati terdispersi dan membentuk larutan berviskositas rendah. Viskosita larutan pati akan meningkat drastis bila mengalami pemanasan disertai pengadukan hingga mencapai suhu sekitar $80^{\circ}C$. Suhu dimana larutan pati mulai mengental disebut suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi pati berbeda-beda tergantung jenis pati. Gelatinisasi pati merupakan proses endoterm yang terjadi

karena adanya air. Pada saat gelatinisasi terjadi pemisahan susunan molekul di dalam granula pati (Bemiller dan Whistler, 1996).

Pati ada yang dapat dicerna dan ada yang tidak dapat dicerna (Sajilata *et al.*, 2006). Pati resisten adalah pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan di usus halus dan ketika mencapai usus besar dapat dimanfaatkan oleh prebiotik. Manfaat lainnya adalah pati resisten mampu mereduksi kehilangan cairan fekal dan memperpendek durasi diare pada penderita kolera (Ramakrisna *et al.*, 2000).

Pati resisten dapat diklasifikasi menjadi empat tipe utama. Tipe I adalah pati yang secara fisik tertangkap diantara dinding sel bahan pangan dan ditemukan pada serelia dan biji-bijian. Tipe II adalah granula pati yang tahan terhadap enzim pencernaan. Tipe III adalah pati retrogradasi, yaitu pati yang dirubah konformasinya melalui pengolahan pangan (proses panas dan dingin). Tipe IV adalah pati yang dimodifikasi secara kimia (Alvarez dan Sanchez, 2006).

RS tipe III merupakan tipe pati resisten yang paling sering digunakan sebagai bahan baku pangan fungsional. Pembentukan RS tipe III terjadi karena granula pati mengalami gelatinisasi. Granula rusak dengan pemanasan dan terjadi pelepasan amilosa dari granula ke dalam larutan. Pada saat pendinginan rantai polimer terpisah sebagai ikatan ganda membelit (*double helix*) dan distabilkan oleh ikatan hidrogen (Sajilata *et al.*, 2006). Menurut Mangala *et al.*, (1999) perlakuan suhu berpengaruh terhadap kadar pati resisten yang dihasilkan. Suhu autoklaf meningkatkan kadar RS pati beras baik yang fermentasi maupun yang tidak difermentasi terlebih dahulu.

Setelah diberi perlakuan pemanasan suhu tinggi sehingga terjadi gelatinisasi, pati dapat mengalami pembentukan kembali struktur awalnya secara perlahan membentuk struktur kompak yang distabilkan oleh ikatan hidrogen yang dikenal dengan istilah retrogradasi (Winarno, 1997).

2.11 Amilosa

Amilosa merupakan bagian polimer linier dengan ikatan α -(1-4) unit glukosa. Derajat polimerisasi amilosa berkisar antara 500–6.000 unit glukosa, bergantung pada sumbernya (Herawati, 2011). Amilosa merupakan bagian dari rantai lurus yang dapat memutar dan membentuk daerah sulur ganda. Pada permukaan luar amilosa yang bersulur tunggal terdapat hidrogen yang berikatan dengan atom O-2 dan O-6. Rantai lurus amilosa yang membentuk sulur ganda kristal tersebut tahan terhadap amilase. Ikatan hidrogen inter- dan intra-sulur mengakibatkan terbentuknya struktur hidrofobik dengan kelarutan yang rendah. Oleh karena itu, sulur tunggal amilosa mirip dengan siklodekstrin yang bersifat hidrofobik pada permukaan dalamnya (Chaplin 2002).

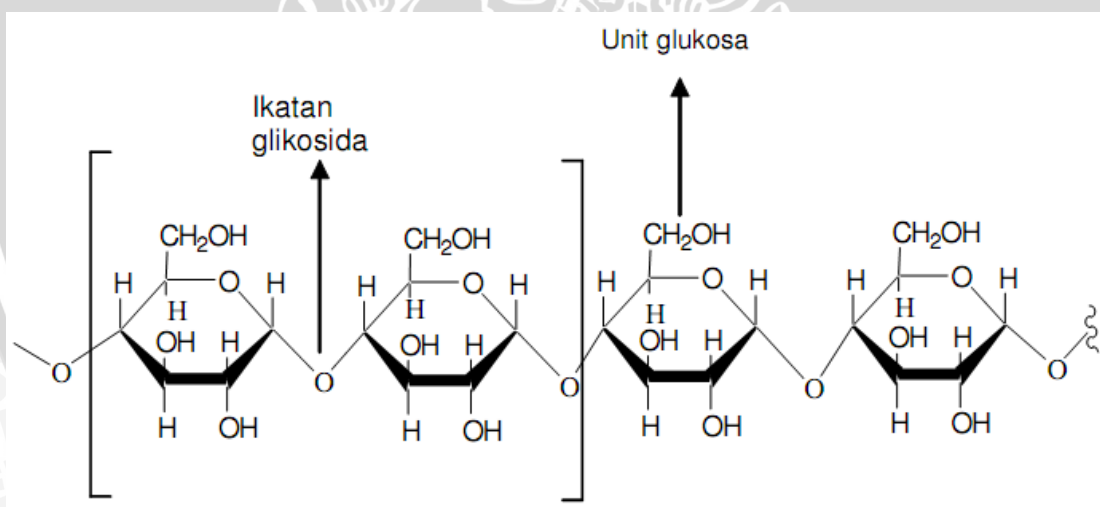
Amilosa adalah homoglukan D glukosa dengan ikatan α -(1,4) dari struktur cincin piranosa, sedangkan amilopektin adalah homoglukan D-glukosa dengan ikatan α -(1,4) dan α -(1,6) dari struktur cincin piranosa. Amilosa umumnya dinyatakan sebagai bagian linier dari pati meskipun sebenarnya jika dihidrolisis dengan β amilase pada beberapa jenis pati tidak diperoleh hasil hidrolisis yang sempurna. Kemampuan amilosa berinteraksi dengan iodin membentuk kompleks berwarna biru merupakan cara untuk mendeteksi adanya pati (Abdillah, 2010).

Pati dengan amilosa tinggi menyebabkan suhu gelatinisasi lebih tinggi. Suhu gelatinisasi pati bahan baku juga berpengaruh terhadap efisiensi produksi. Semakin rendah suhu gelatinisasi semakin singkat waktu gelatinisasi, yaitu 20 menit untuk tapioca dan 22 menit untuk pati jagung (Richana dan Suarni, 2006).

Kadar amilosa dan amilopektin pati bervariasi tergantung dari sumbernya. Kadar amilosa dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: jenis botani, varietas tanaman, umur botani (Naraya dan Moorthy, 2002).

Beras dengan golongan amilosa rendah mempunyai kandungan amilosa 10-20 persen, misalnya beras cisadane dengan kandungan amilosa 20 persen.

Apabila kandungan beras tersebut antara 20-25 persen maka dapat digolongkan ke dalam amilosa sedang, contohnya adalah beras IR 64 dengan kandungan amilosa 24 persen, dan golongan amilosa tinggi dengan kandungan amilosa 25-32 persen, contohnya adalah beras IR 36 dengan kandungan amilosa 25 persen. Perbandingan antara amilosa dan amilopektin ini di jadikan dasar atau merupakan faktor tunggal dalam menentukan mutu rasa dan tekstur nasi. Kandungan amilosa tersebut berkorelasi positif dengan tingkat kelemahan, kelengketan, warna dan kilap. Semakin tinggi kadar amilosa volume nasi yang diperoleh makin besar tanpa kecenderungan mengempes, hal ini dikarenakan amilosa mempunyai kemampuan retrogradasi yang lebih besar. Beras dengan kandungan amilosa tinggi menghasilkan nasi pera dan kering, sebaliknya beras dengan kandungan amilosa rendah menghasilkan nasi yang lengket dan lunak (Kusmiadi, 2008).



Gambar 3. Rumus Struktur Amilosa (Dziedzic dan Kearsley 1995)

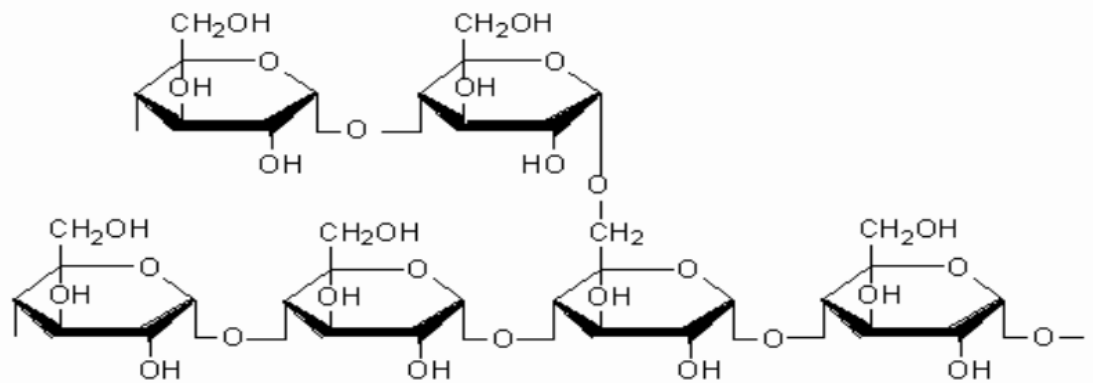
Pati tinggi amilosa yaitu pati yang memiliki kandungan amilosa yang tinggi. Pati kandungan amilosa yang tinggi dapat mempengaruhi indeks glikemik, yaitu tingkatan bahan pangan menurut pengaruhnya terhadap gula darah. Kandungan amilosa yang tinggi dapat memperlambat penyerapan darah.

Kandungan amilosa yang tinggi dapat memperlambat penyerapan karbohidrat dalam tubuh sehingga berpotensi untuk mengendalikan kadar glukosa darah. Amilosa lebih sulit dicerna dari pada amilopektin karena amilosa memiliki ikatan α -1,4 glikosida yang lurus dan kuat sehingga tidak mudah tergelatinisasi. Oleh karena itu pati yang mengandung amilosa tinggi cenderung memiliki indeks glikemik rendah sehingga baik dikonsumsi oleh penderita diabetes (Indrasari, 2010).

2.12 Amilopektin

Amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer α -glukosa. Amilopektin merupakan molekul raksasa dan mudah ditemukan karena menjadi satu dari dua senyawa penyusun pati, bersama-sama dengan amilosa. Walaupun tersusun dari monomer yang sama, amilopektin berbeda dengan amilosa, yang terlihat dari karakteristik fisiknya (Chafid dan Kusumawardhani, 2010).

Amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik dan ikatan α -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya. Setiap cabang terdiri atas 25 - 30 unit D-glukosa (Imlet dan Lineback, 1982). Amilopektin merupakan molekul paling dominan dalam pati. Dalam granula pati rantai amilopektin mempunyai keteraturan susunan. Rantai cabang amilopektin mempunyai sifat seperti amilosa yaitu dapat membentuk struktur heliks diperkirakan 4-6 % ikatan dalam setiap molekul amilopektin adalah ikatan α -1,6. Nilai tersebut walaupun kecil tetapi mempunyai dampak sekitar lebih dari 20.000 percabangan untuk setiap molekul amilopektin. Sifat amilopektin berbeda dengan amilosa karena banyak percabangan seperti retrogradasi lambat dan pasta yang terbentuk tidak dapat membentuk gel tetapi bersifat lengket (*kohesif*) dan elastis (*gummy texture*) (Atika, 2010).



Gambar 4. Rumus Struktur Amilopektin (Dziedzic and Kearsley 1995)

Tingkat percabangan pada amilopektin sangat tinggi, yaitu 4-6% ikatan α -1,6 glikosidik, serta memiliki panjang rantai 20-25 unit molekul. Amilopektin α -1,6 memiliki berat molekul (M_r) $\pm 10^8$ (Mapiliandari, 1999). Hal inilah yang membuat amilopektin menjadi sulit untuk mengalami retrogradasi pati yaitu proses kristalisasi pati setelah mengalami gelatinisasi (Winarno, 2004).

Berdasarkan reaksi warnanya dengan iodium, pati juga dapat dibedakan dengan amilosa dan amilopektin. Pati bila berikatan dengan iodium akan menghasilkan warna biru karena struktur molekul pati yang berbentuk spiral, sehingga akan mengikat molekul yodium dan membentuk warna biru. Berdasarkan penelitian diperoleh bahwa pati akan merefleksikan warna biru bila polimer glukosa nya lebih besar dari 20 (seperti amilosa). Bila polimer glukosanya kurang dari 20, seperti amilopektin, akan dihasilkan warna merah atau ungu-coklat. Sedangkan polimer yang lebih kecil dari lima, tidak memberi warna dengan iodium. Dalam produk makanan amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana produk makan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, garing dan renyah. Kebalikannya pati dengan kandungan amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas (Koswara, 2009).

Karbohidrat yang memiliki kandungan amilopektin yang tinggi akan mudah dicerna oleh tubuh, karena amilopektin memiliki ikatan cabang α -1,6. Karbohidrat yang non glikemik (tidak dapat dicerna) akan lolos hingga mencapai usus besar, sebaliknya karbohidrat yang dapat dicerna dengan mudah menghasilkan glukosa di dalam usus halus. Inilah yang menyebabkan kandungan glukosa darah meningkat (Prangdimurti *et al.*, 2007).

2.13 Uji Kecerahan Tepung Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Uji tingkat kecerahan pada tepung mangrove dilakukan menggunakan *color reader* dengan parameter pembacaan L^* , a^* , b^* . nilai L^* menyatakan tingkat gelap-terang dengan kisaran 0-100. Nilai 0 menyatakan warna hitam atau sangat gelap. Nilai 100 menyatakan kecenderungan warna putih atau terang. Axis a^* menunjukkan intensitas warna merah (+) atau hijau (-). Axis b^* menyatakan intensitas warna kuning (+) atau biru (-). L^* (*lightness*) merupakan ukuran kecerahan suatu bahan. Semakin besar nilainya berarti warna bahan semakin terang, sebaliknya semakin kecil nilainya maka warnanya akan semakin gelap (Pomeroy and Meloans, 1994). Alat *color reader* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Color reader (Istighfaro, 2010).

Warna menjadi pertimbangan bagi konsumen dalam mengonsumsi produk tepung. Pada tepung mangrove, semakin putih tepung maka tingkat kecerahannya semakin tinggi, dengan kata lain nilai kromatisitas L^* mendekati

100. Pada kondisi tersebut nilai kromatisitas a^* dan b^* bernilai kecil mendekati nilai nol (0).



3. METODOLGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Dalam penelitian ini digunakan dua macam bahan yang digunakan yaitu bahan untuk pembuatan tepung dan bahan untuk analisis kimia. Bahan utama untuk pembuatan tepung mangrove yaitu buah mangrove jenis api-api (*Avicennia marina*) dengan ukuran buah 1,5-2,5 cm. Buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) ini didapatkan dari Desa Wonorejo kecamatan Rungkut Surabaya, dimana karakteristik dari buah ini yaitu buah berwarna hijau muda serta tidak ditumbuhi jamur dan akar.

Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia antara lain yaitu alkohol 95%, NaOH 1N, air, aquades, iodine dan asetat.

3.1.2 Alat

Dalam penelitian ini digunakan alat-alat untuk menunjang jalannya penelitian dalam proses pembuatan tepung buah mangrove api-api. Alat yang digunakan antara lain sebagai berikut: pisau, timbangan, baskom plastik, ember, panci, kompor, *beaker glass*, kulkas, *autoclave*, oven, blender, ayakan, timbangan digital, termometer, dan sendok.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis parameter uji amilosa yaitu timbangan digital, tabung reaksi, pipet serologis, bola hisap, *vortex mixer*, *beaker glass* 1000ml, *hot plate*, spektrofotometer, dan serangkaian alat uji proksimat (protein, lemak, air, abu dan karbohidrat), serta alat uji kecerahan yaitu *color reader*.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat dua variabel atau lebih dengan mengendalikan pengaruh variabel yang lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja (bersifat induce) kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya di dalam variabel terikat (Zulnaidi, 2007). Menurut Singarimbun dan Effendi (1983), penelitian eksperimen lebih mudah dilakukan dilaboratorium karena alat-alat yang khusus dan lengkap dapat tersedia, dimana pengaruh luar dapat dengan mudah dicegah selama eksperimen.

3.2.2 Variabel

Variabel merupakan istilah dasar dalam penelitian eksperimen termasuk dalam penelitian subjek tunggal. Variabel dalam penelitian dibagi menjadi dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sekarwiri, 2008).

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan yang berbeda (1 siklus, 3 siklus, 5 siklus). Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu ialah kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, karbohidrat, pati, amilosa, amilopektin dan kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*)

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan analisis proksimat pada buah segar mangrove api-api. Analisis buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) segar meliputi analisis kimia yaitu kadar karbohidrat, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin dan kecerahan. Sampel buah mangrove api-api segar diambil dari Wonorejo, Surabaya Jawa timur.

3.3.2 Penelitian Utama

Penelitian utama dibagi menjadi dua bagian yaitu penelitian dengan perlakuan kontrol (tanpa perlakuan *autoclaving-cooling cycling*) dan penelitian dengan perlakuan *autoclaving-cooling* dengan siklus yang berbeda. Penelitian utama bertujuan untuk mencari siklus yang terbaik untuk menghasilkan kadar amilosa yang tinggi pada tepung mangrove api-api. Siklus yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus dengan tiga kali ulangan. Dimana untuk 1 siklus terdiri dari 1 kali *autoclave* selama 15 sampai 30 menit pada suhu 121°C, setelah itu didinginkan di suhu ruangan selama 1 jam, dan kemudian diretrogradasi dengan pendinginan pada suhu 4°C selama 24 jam. Perlakuan yang dilakukan pada penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 4.

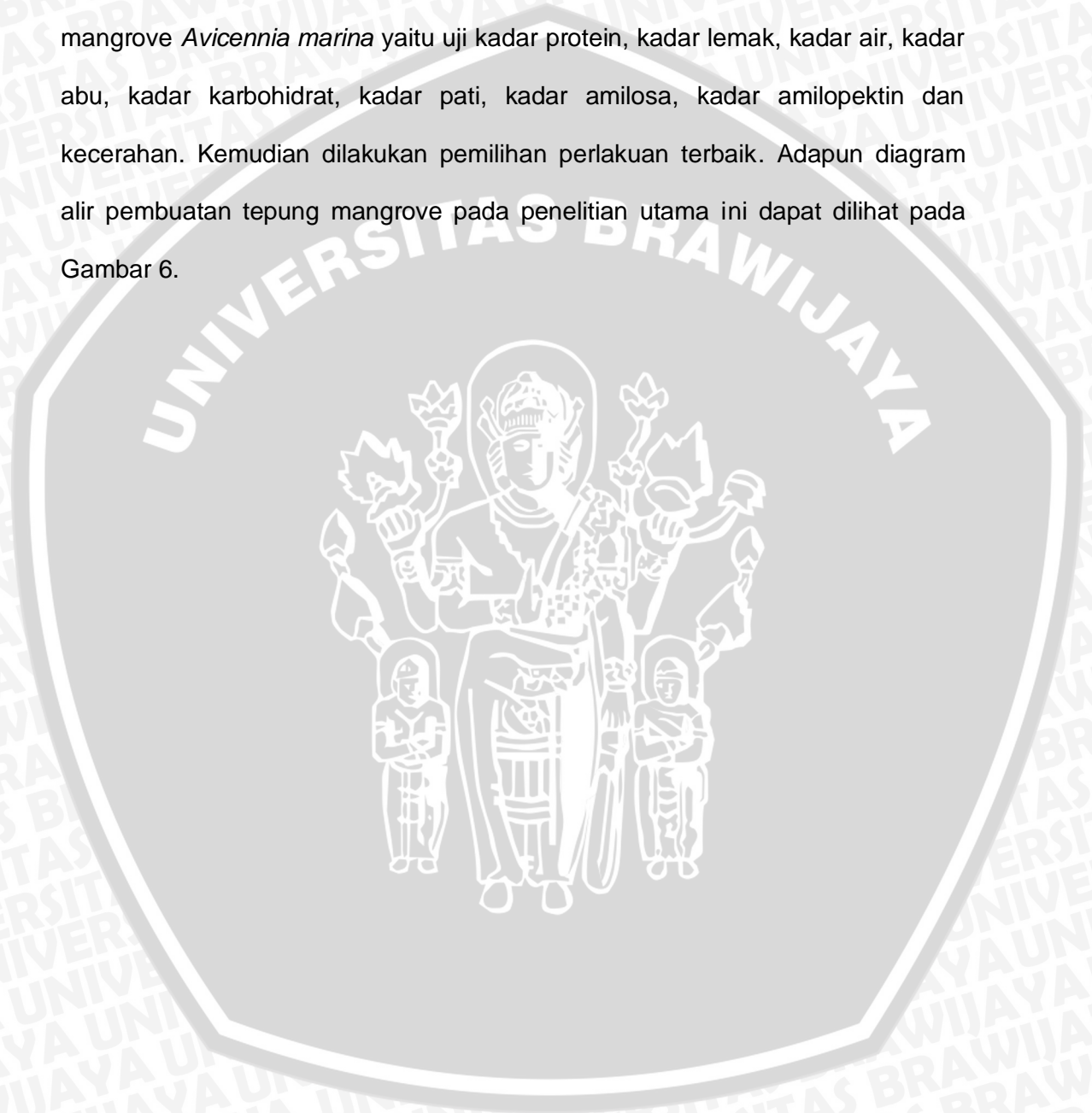
Tabel 4. Perlakuan Penelitian Utama

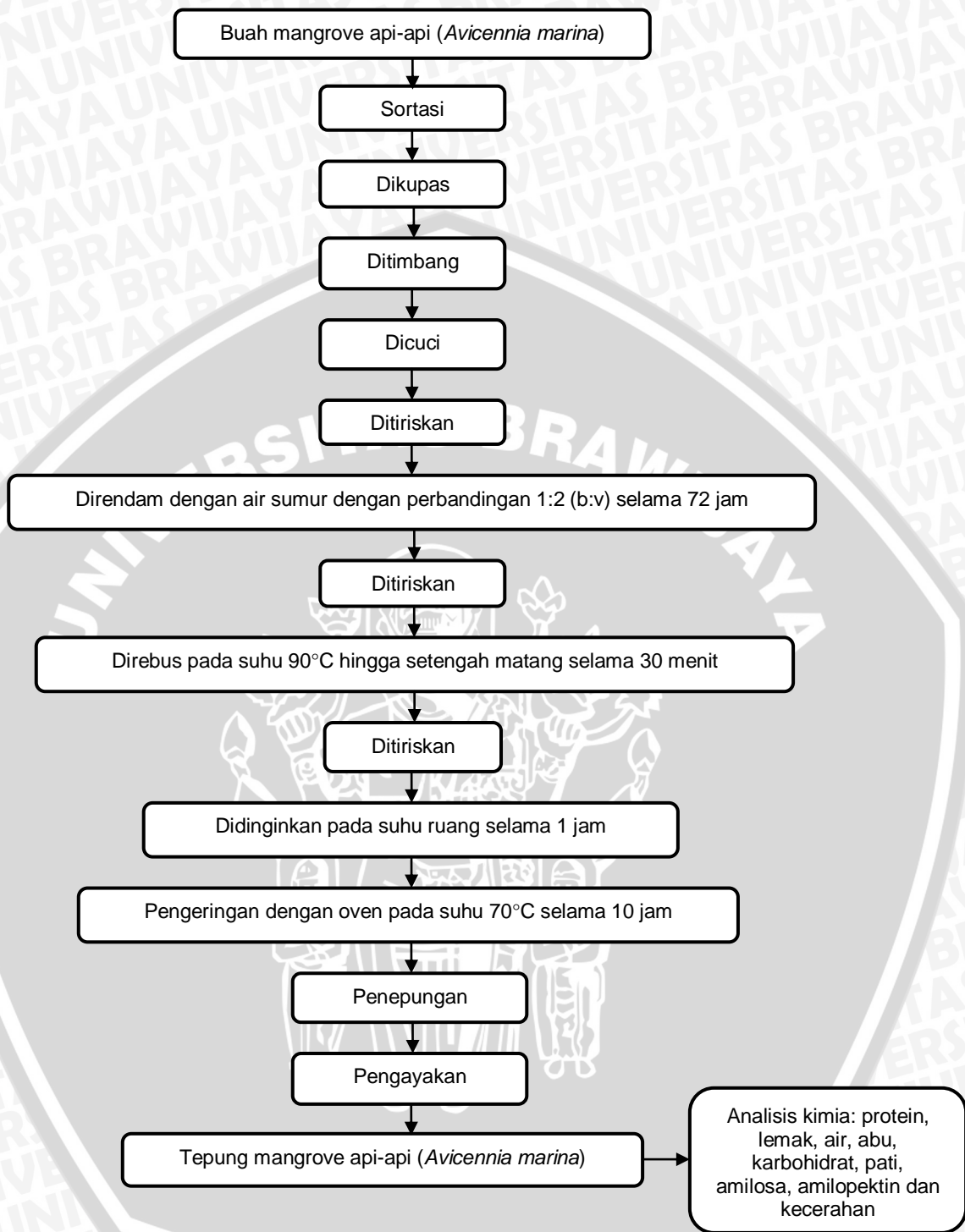
Sampel	Perlakuan	Ulangan			Total
		1	2	3	
<i>Avicennia marina</i>	Kontrol				
	A (1 siklus)				
	B (3 siklus)				
	C (5 siklus)				
	Total				

Rancangan yang digunakan dalam penelitian utama ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Rancangan Acak Lengkap (RAL)

digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen (Sastrosupadi, 2000). Hasil data yang diperoleh akan di analisis dengan menggunakan ANOVA.

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian utama pembuatan tepung mangrove *Avicennia marina* yaitu uji kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin dan kecerahan. Kemudian dilakukan pemilihan perlakuan terbaik. Adapun diagram alir pembuatan tepung mangrove pada penelitian utama ini dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Tepung Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) Dengan Perlakuan Kontrol

3.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan. Model matematik Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

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

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

i = perlakuan

j = ulangan

Model rancangan percobaan yang digunakan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Model Rancangan Percobaan Penelitian Utama

Sampel	Perlakuan	Ulangan			Total
		1	2	3	
<i>Avicennia marina</i>	Kontrol	K1	K2	K3	TK
	A	A1	A2	A3	TA
	B	B1	B2	B3	TB
	C	C1	C2	C3	TC
	Total				

Keterangan :

A = perlakuan 1 siklus

B = perlakuan 3 siklus

C = perlakuan 5 siklus

Langkah selanjutnya ialah membandingkan antara F hitung dengan F tabel :

- Jika F hitung < F tabel 5 %, maka perlakuan tidak berbeda nyata.

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

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

3.5 Proses Pembuatan Tepung Buah Mangrove Api-Api (*Avicennia marina*)

Proses pembuatan tepung mangrove dibagi menjadi dua yaitu proses pembuatan tepung mangrove kontrol dan proses pembuatan tepung mangrove dengan perlakuan *autoclaving-cooling cycling*. Langkah pembuatan tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) yaitu meliputi persiapan bahan, perendaman, penirisan, perebusan, pengeringan, penepungan, dan pengayakan.

3.5.1 Persiapan Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan tepung mangrove yaitu buah mangrove api-api yang masih segar. Buah mangrove jenis api-api di sortasi terlebih dahulu dari bentuk, warna dan kesegarannya. Setelah disortasi buah mangrove api-api dikupas untuk dipisahkan antara kulit, putik dan daging buahnya. Bagian dari buah mangrove api-api yang digunakan sebagai tepung adalah bagian dagingnya. Daging buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) yang segar kemudian dicuci dengan air mengalir hal ini dimaksudkan agar kotoran yang ada pada daging buah mangrove api-api dapat hilang bersama dengan aliran air. Langkah selanjutnya ditiriskan kemudian dilakukan preparasi yaitu dengan cara ditimbang sebanyak 695 gram.

3.5.2 Perendaman

Perlakuan perendaman dibagi menjadi dua yaitu perendaman pada perlakuan kontrol dan perendaman pada perlakuan *autoclaving-cooling cycling*. Daging buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) yang sudah dicuci kemudian direndam dengan air sumur dengan perbandingan 1:2. Perendaman dilakukan selama 72 jam dengan mengganti air setiap 24 jam atau satu hari sekali. Perendaman dimaksudkan adalah untuk mengurangi kandungan tanin yang tinggi pada daging buah mangrove api-api. Menurut Pantjawidjaja (2010), perendaman dengan air sumur atau air tanah yang bersifat alkali ternyata dapat juga mengurangi kadar tanin dalam suatu bahan.

Sedangkan buah mangrove yang sudah dikupas dan dicuci pada perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dilakukan perendaman dengan air panas selama 24 jam, kemudian dilanjutkan dengan perendaman air dingin atau air sumur selama 48 jam dengan penggantian air setiap 24 jam. Digunakan air panas sebagai bahan untuk merendam buah mangrove bertujuan untuk mengurangi kadar tanin yang dikandung oleh buah mangrove api-api (*Avicennia marina*).

3.5.3 Perebusan

Setelah perendaman dilakukan perlakuan perebusan dengan suhu 90°C selama 15 menit hingga daging buah mangrove api-api setengah matang (daging buah mangrove empuk). Perebusan menggunakan panci yang berisikan air dengan perbandingan 1:2 (b/v). Dilakukan perebusan yang bertujuan untuk mempercepat proses pelunakan daging buah mangrove dan menurunkan kadar tanin. Setelah perebusan sampel ditiriskan dan didinginkan dengan suhu ruangan ± 1 jam.

3.5.4 Pengeringan

Pengeringan dilakukan setelah perebusan yakni menggunakan alat pengering berupa oven. Suhu yang digunakan untuk mengeringkan daging buah mangrove yaitu 70°C selama 10 jam. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air pada daging buah mangrove dan akan menghasilkan tepung mangrove dengan kadar air yang rendah sehingga mikroba tidak dapat hidup.

Pada industri pangan proses pengeringan digunakan untuk pengawetan makanan yaitu dengan cara mengurangi kadar air sampai batas tertentu pada makanan tersebut untuk disimpan dalam beberapa waktu (Suarnadwipa dan Hendra, 2008).

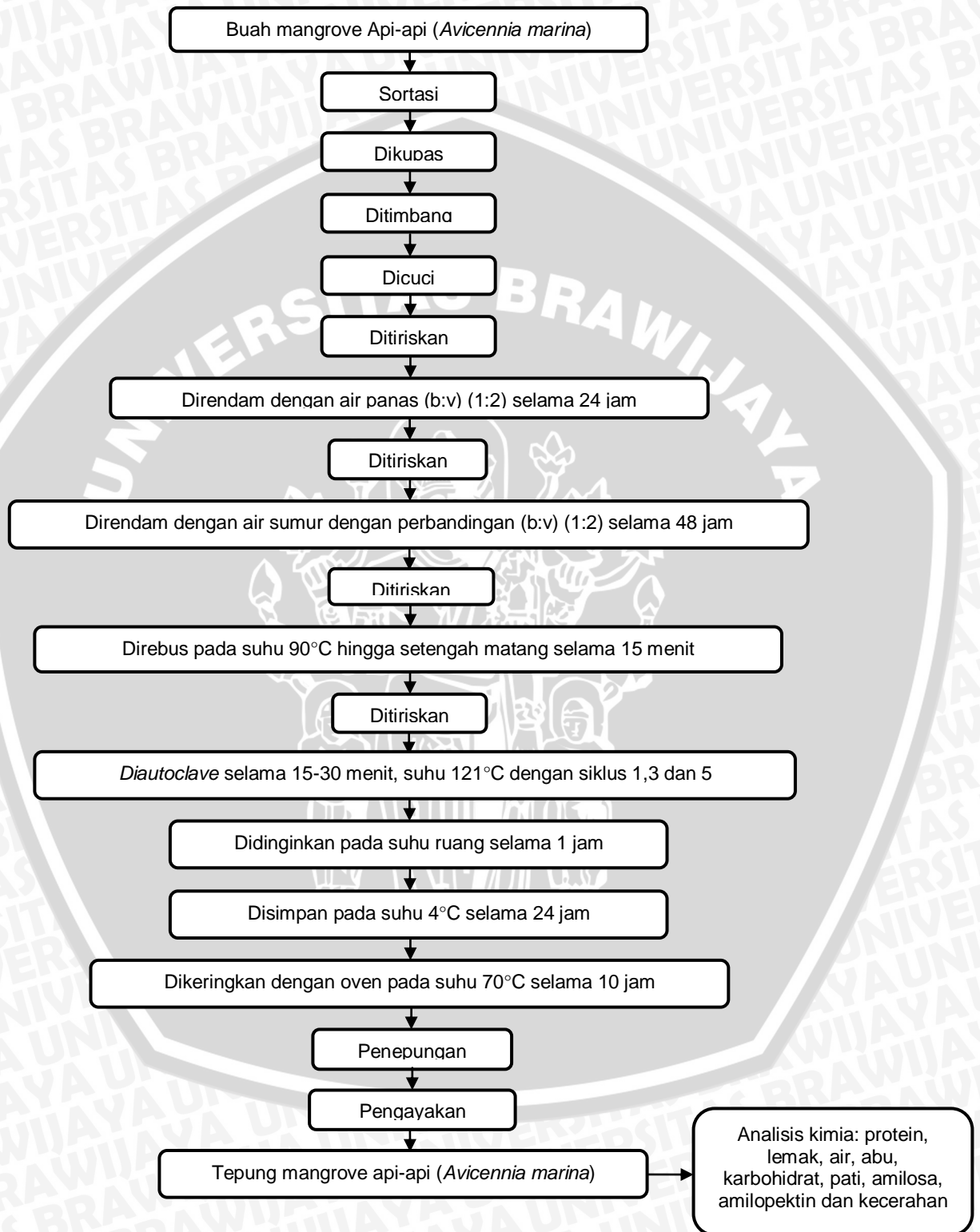
3.5.5 Penepungan

Proses penepungan dilakukan setelah proses pengeringan dengan oven selesai. Proses penepungan merupakan proses pengecilan ukuran (*size reduction*) suatu bahan padat secara mekanis tanpa diikuti dengan perubahan sifat kimia dari bahan yang digiling (Sumariana, 2008). Penepungan dilakukan dengan menggunakan blender hingga mendapatkan tepung yang halus. Pemplenderan dilakukan selama 2-3 menit dan dilakukan secara berulang yang bertujuan agar tepung yang dihasilkan halus dan homogen.

3.5.6 Pengayakan

Pengayakan merupakan salah satu cara untuk memperoleh keseragaman. Dalam proses pengayakan dilakukan pemisahan ukuran dari butiran partikel suatu bahan dari ukuran kasar sampai ukuran yang paling halus. Proses ini dilakukan untuk menentukan ukuran rata-rata setiap partikel dan kelembutan butiran-butiran partikel (Purwantana *et al.*, 2008). Pengayakan tepung dilakukan dengan menggunakan ayakan dengan *size* 60-80 mesh.

Prosedur pembuatan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Tepung Mangrove Api-Api (*Avicennia marina*) Dengan Perlakuan Siklus *Autoclaving-cooling*

3.6 Prosedur Analisis Parameter Uji Kimia

Parameter analisis uji tepung mangrove api-api meliputi analisis uji yaitu kadar protein, lemak, air, bau, karbohidrat, pati, amilosa, amilopektin, dan tingkat warna pada tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*).

3.6.1 Analisis Kadar Protein (Metode *Kjedhal*)

Tujuan analisa kadar protein dalam bahan makanan adalah untuk menerka jumlah kandungan protein dalam bahan makanan, menentukan tingkat kualitas protein dipandang dari sudut gizi dan menelaah protein sebagai salah satu bahan kimia. Penentuan protein berdasarkan jumlah N menunjukkan banyaknya protein kasar, karena selain protein juga terikut senyawa N bukan protein misalnya urea, asam nukleat, amonia, nitrit, nitrat, asam amino, amida, purin dan pirimidin (Sudarmadji *et al.*, 2007).

3.6.2 Analisis Kadar Lemak (Metode *Soxhlet*)

Metode yang digunakan untuk ekstraksi lemak yaitu menggunakan metode *soxhlet*. Prinsip *soxhlet* ialah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan jumlah pelarut konstan dengan adanya pendingin balik. Metode *soxhlet* menggunakan pelarut yang lebih sedikit (efisiensi bahan) dan larutan sari yang dialirkan melalui sifon tetap tinggal dalam labu, sehingga pelarut yang digunakan untuk mengekstrak sampel selalu baru dan meningkatkan laju ekstraksi (Eskaria, 2010).

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

Kadar air dapat didefinisikan sebagai jumlah air bebas yang terkandung dalam bahan yang dapat dipisahkan dengan cara fisis seperti penguapan dan destilasi (Sumardi dan Sasmito, 2007). Penentuan kadar air dengan menggunakan metode pengeringan (*thermogravimetri*) dalam oven dengan cara

memanaskan sampel pada suhu 100-105°C sampai diperoleh berat konstan (Sudarmadji *et al.*, 1996).

3.6.4 Analisis Kadar Abu (Metode Kering)

Kadar abu menggambarkan kandungan mineral dari sampel bahan makanan. Yang disebut kadar abu adalah material yang tertinggal bila bahan makanan dipijarkan dan dibakar pada suhu sekitar 500 – 800°C. Semua bahan organik akan terbakar sempurna menjadi air dan CO₂ serta NH₃, sedangkan elemen tertinggal sebagai oksidasinya (Sediaoetama, 2000).

Metode yang digunakan dalam analisa kadar abu ini adalah menggunakan metode kering. Prinsip kerja dari metode ini adalah didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi sekitar 500-650°C) terhadap semua senyawa organik dalam bahan. Abu dalam bahan pangan ditetapkan dengan menimbang sisa mineral hasil pembakaran bahan organik pada suhu tinggi sekitar 500-650°C (Sumardi dan Sasmito, 2007).

3.6.5 Analisis Karbohidrat (Metode *By Difference*)

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

Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (Winarno, 1997).

3.6.6 Analisis Kadar Pati (Metode Hidrolisis Asam)

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Menurut Chaplin (2008), secara kimiawi pati terdiri atas dua jenis molekul, yaitu amilosa (normal 20-30%) dan amilopektin (normal 70-80%) yang berperan dalam menentukan sifat fisik, kimia, dan fungsional pati.

Pati dapat diekstrak dengan berbagai cara, berdasarkan bahan baku dan penggunaan dari pati itu sendiri. Proses utama pembuatan pati dari ubi-ubian melalui ekstraksi terdiri dari perendaman, disintegrasi, dan sentrifugasi. Perendaman dilakukan dalam larutan natrium bisulfat pada pH yang diatur untuk menghambat reaksi biokimia seperti perubahan warna ubi. Disintegrasi dan sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan pati dari komponen lainnya (Cui 2005).

Pati dapat dibedakan berdasarkan difaksi sinar X, aktivitas enzim dan karakteristik nutrisi. Klasifikasi pati berdasarkan aktivitas enzim terbagi tiga, yaitu pati yang dapat dicerna dengan cepat (*rapidly digestible starch*), pati yang dicerna dengan lambat (*slowly digestible starch*) dan pati resisten (*resistant starch/RS*). Klasifikasi pati berdasarkan karakteristik nutrisi terbagi dua yaitu pati yang dapat dicerna dan yang tidak dapat dicerna (RS) (Sajilata *et al.*, 2006).

3.6.7 Analisis Kadar Amilosa (Metode Iodometri)

Amilosa merupakan polimer glukosa rantai panjang yang tidak bercabang sedangkan amilopektin merupakan polimer glukosa dengan susunan yang bercabang-cabang. Komposisi kandungan amilosa dan amilopektin ini akan bervariasi dalam produk pangan dimana produk pangan yang memiliki kandungan amilopektin tinggi akan semakin mudah untuk dicerna (Irawan, 2007).

Dalam konsentrasi tinggi, kumpulan-kumpulan molekul amilosa akan meningkat sampai titik tertentu dan akan terjadi pengendapan. Amilosa

merupakan komponen yang berperan penting dalam menentukan sifat gel dan berperan juga dalam terjadinya retrogradasi (Luallen, 1985).

3.6.8 Analisis Kadar Amilopektin (Metode Iodometri)

Amilopektin merupakan molekul bercabang karena adanya ikatan α -1,6 pada titik tertentu dalam molekul. Cabangnya nisbi pendek dan mengandung sekitar 20 sampai 30 satuan glukosa. Amilopektin umumnya merupakan penyusun utama kebanyakan granula pati. Fraksi amilosa dalam granula pati berkisar antara 22 sampai 26 persen, sedangkan amilopektin mencapai 74 sampai 78 persen. Perbandingan berat antara amilosa dan amilopektin pada suatu granula pati dalah beragam tergantung pada jenis tumbuhannya (Putri dan Sukandar, 2008).

Menurut Gaman dan Sherrington (1992), amilopektin merupakan komponen yang jauh lebih kompleks dan mempunyai berat molekul yang lebih besar daripada amilosa, mempunyai sifat-sifat yang tidak dapat membentuk kompleks dengan iodin, mempunyai kekentalan yang lebih rendah dibandingkan amilosa, dan memiliki daya kohesif yang sangat tinggi.

3.6.9 Analisis Kecerahan (Metode *Color Reader*)

Warna tepung mangrove diukur dengan menggunakan *color reader* dengan parameter yang dibaca adalah L^* , a^* dan b^* . Warna merupakan salah satu parameter yang menentukan apakah tepung mangrove tersebut rusak atau tidak dikarenakan proses pengeringan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

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

4.1.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui kadar kandungan kimia pada buah segar mangrove api-api (*Avicennia marina*) yaitu meliputi uji kimia proksimat (protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat), uji kadar pati, kadar amilosa, dan kadar amilopektin. Adapun hasil dari penelitian pendahuluan analisa proksimat buah mangrove api-api segar dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Proksimat Penelitian Pendahuluan pada Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) Segar

No	Parameter	A1 (<i>Avicennia</i> , sp)
1	Protein (%)	4,28
2	Lemak (%)	2,03
3	Air (%)	62,33
4	Abu (%)	0,74
5	Karbohidrat (%)	30,62
6	Pati (%)	11,10
7	Amilosa (%)	0,91
8	Amilopektin (%)	10,19

4.1.2 Penelitian Utama

Pada penelitian ini digunakan perlakuan dengan menggunakan *autoclaving-cooling cycling* yang berbeda pada proses pembuatan tepung mangrove api-api. Siklus pemanasan dengan *autoclaving-cooling* yang digunakan yaitu 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Hasil penelitian pengaruh *autoclaving-cooling* terhadap uji kimia proksimat (protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat), uji kadar pati, kadar amilosa, dan kadar amilopektin tepung buah mangrove api-api dapat dilihat pada Tabel 7 sampai dengan Tabel 10.

Tabel 7. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) dengan Perlakuan Kontrol

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	KH (%)	Pati (%)	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
K (1)	11,80	0,99	8,46	2,76	75,99	20,4	2,22	18,18
K (2)	12,04	1,09	9,67	2,84	74,36	18,52	1,93	16,59
K (3)	12,19	1,12	10,09	2,85	73,75	21,06	1,88	19,18

Tabel 8. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) dengan Perlakuan 1 Siklus *Autoclaving-cooling*

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	KH (%)	Pati (%)	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
A1	9,42	0,57	8,82	1,27	79,92	34,83	6,48	28,35
A2	9,41	0,45	8,08	1,29	80,77	40,75	5,13	35,62
A3	9,51	0,52	7,06	1,32	81,59	38,43	6,16	32,27

Tabel 9. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan Perlakuan 3 Siklus *Autoclaving-cooling*

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	KH (%)	Pati (%)	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
B1	8,81	0,97	9,41	1,08	79,73	34,22	6,18	28,04
B2	8,71	0,50	11,51	1,14	78,14	33,65	6,63	27,02
B3	8,47	1,00	14,55	1,12	74,86	33,01	6,81	26,2

Tabel 10. Hasil Analisa Parameter Uji Kimia Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) dengan Perlakuan 5 Siklus *Autoclaving-cooling*

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	KH (%)	Pati (%)	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
C1	8,29	0,79	15,07	1,12	74,73	36,75	6,67	30,08
C2	8,93	0,37	12,97	1,21	76,52	33,51	6,99	26,52
C3	9,43	1,16	12,7	1,21	75,50	31,15	7,01	24,14

Selain uji kimia yang meliputi uji proksimat (protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat), uji kadar pati, kadar amilosa, dan kadar amilopektin uji kimia lainnya yakni uji kecerahan dari tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*). Hasil uji kecerahan tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dapat dilihat pada Tabel

11.

Tabel 11. Hasil Uji Kecerahan Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Warna		
	L*	a*	b*
K 1	60.0	-0.8	17.8
K 2	61.1	-0.4	11.8
K 3	63.4	-0.8	18.7
A 1	58.6	-0.6	10.5
A 2	59.9	-0.7	10.7
A 3	61.8	-0.9	11.1
B 1	60.4	-0.6	10.1
B 2	61.4	-0.8	10.4
B 3	60.5	-0.5	10.8
C 1	62.4	-0.8	10.5
C 2	60.7	-0.5	10.9
C 3	61.2	-0.5	10.7

4.2 Parameter Kimia

4.2.1 Kadar Protein

Protein adalah molekul makro yang memiliki berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dengan ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di dalam karbohidrat dan lemak. Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein (Almatsier, 2009).

Kebutuhan protein perorangan tergantung pada laju pertumbuhan dan berat badan. Orang dewasa memerlukan kira-kira 1 gr protein untuk setiap kg berat badan. Selama periode pertumbuhan lebih banyak protein diperlukan secara proporsional misalnya untuk anak-anak usia 5-6 tahun dibutuhkan kira-kira 2 gr protein untuk setiap kg berat (Batubara, 2009).

Tujuan analisis kadar protein adalah menerangkan kandungan protein dalam bahan pangan, menentukan tingkat kualitas protein dipandang dari sudut

gizi dan menelaah protein sebagai salah satu bahan kimia misalnya secara biokimiawi, fisiologis dan enzimatis. Penentuan protein berdasarkan jumlah N menunjukkan misalnya urea, asam nukleat, ammonia, nitrat, nitrit, asam amino, amida, purin dan pirimidin (Sudarmadji *et al.*, 2003).

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*Autoclaving-cooling cycling*) memberikan pengaruh sangat nyata ($F_{hit} > F_{tab} 1\%$) terhadap nilai rata-rata kadar protein tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Hasil analisis lanjutan yaitu uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1% dapat dilihat pada Lampiran 2, sehingga didapatkan notasi seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata Kadar Protein Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(12.01 \pm 0.196)	b
A (1 siklus)	(9.45 \pm 0.055)	a
B (3 siklus)	(8.66 \pm 0.174)	a
C (5 siklus)	(8.88 \pm 0.571)	a

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

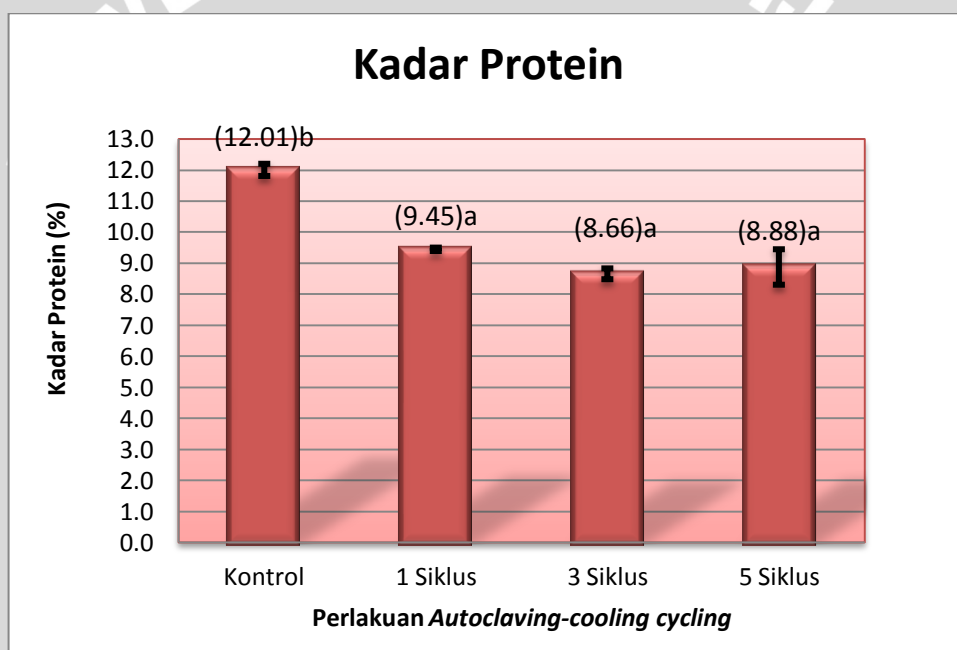
Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Pada Tabel 12, di atas dapat diketahui bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 1 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 3 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 5 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 3 siklus.

Nilai rata-rata kadar protein pada tepung mangrove api-api berkisar antara 8,66%-9,45% di mana dari hasil ini menunjukkan perlakuan siklus

autoclaving-cooling berpengaruh terhadap kadar protein yang terkandung yakni menyebabkan penurunan kadar protein. Nilai rata-rata kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan 1 siklus yakni sebesar 9,45% dengan nilai standar deviasi ± 0.055 . Sedangkan kadar rata-rata protein terendah pada perlakuan 3 siklus yakni sebesar 8,66% dengan nilai standar deviasi ± 0.174 .

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar protein tepung buah mangrove api-api dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar protein dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus *Autoclaving-cooling* Terhadap Kadar Protein Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Berdasarkan Gambar 8, diagram batang diatas dapat dijelaskan bahwa kadar protein pada tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) setelah perlakuan *autoclaving-cooling* dengan siklus yang berbeda didapatkan kadar rata-rata protein yang berbeda namun tidak terlalu signifikan. Sedangkan kadar protein rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol yakni sebesar 12,01%. Jika dibandingkan kadar protein rata-rata tepung

mangrove api-api (*Avicennia marina*) kontrol dengan kadar protein rata-rata perlakuan 1 siklus yakni sebesar 9,45%, 3 siklus dengan kadar protein rata-rata sebesar 8,66% dan 5 siklus dengan kadar protein rata-rata sebesar 8,88%, dapat disimpulkan bahwa kadar protein yang terkandung di dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) menurun selama proses *autoclaving-cooling*. Hal ini disebabkan karena protein mengalami denaturasi atau susunan rantai polipeptida suatu molekul protein yang berubah. Denaturasi protein diduga diakibatkan oleh perlakuan siklus *autoclaving-cooling* selama proses pengolahan berlangsung. Protein akan mengalami denaturasi apabila dipanaskan pada suhu 50°C sampai 80°C. Laju denaturasi protein dapat mencapai 600 kali untuk tiap kenaikan 10°C. Koagulasi ini hanya terjadi apabila larutan protein berada pada titik isoelektriknya. Protein yang terdenaturasi pada titik isoelektriknya masih dapat larut pada pH di luar titik isoelektrik tersebut (Poedjiadi, 1994).

Denaturasi protein dapat diartikan suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tertier dan kuartener molekul portein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen. Perlakuan panas dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan dan merugikan terhadap protein. Pengaruh yang menguntungkan yaitu mengikatnya daya guna protein, sebab adanya pemanasan pada proses pengolahan dapat menginaktifkan atau menurunkan protein inhibitor. Pemanasan akan membuat protein bahan terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya menurun (Winarno, 1992).

Berdasarkan SNI (2006), persyaratan standar mutu tepung terbaik memiliki kadar protein minimal 7%, di mana kadar protein pada tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan kontrol sebesar 12,01% dan kadar protein pada perlakuan 1 siklus didapatkan rata-rata sebesar 9,45%, 3 siklus kadar rata-rata protein 8,66% dan 5 siklus kadar rata-rata protein sebesar 8,88%, sehingga dapat dikatakan bahwa tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*)

dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung pada makanan. Menurut Pramono (2009), kebutuhan protein normal adalah 10-15% dari kebutuhan energi total atau 0,8-1,0 g/kg BB. Kebutuhan energi minimal untuk mempertahankan keseimbangan nitrogen adalah 0,4-0,5 g/kg BB.

4.2.2 Kadar Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang larut dalam solven non polar seperti *benzene*, *chloroform* dan *eter*, tetapi lemak tidak larut dalam air. Komponen penyusun lemak terdiri dari atom karbon, hidrogen dan oksigen yang berasal dari satu molekul gliserol yang bergabung dengan tiga molekul gliserol. Lemak merupakan sumber energi yang paling besar yaitu sekitar 9 kkal/gram dibandingkan karbohidrat dan protein yang hanya berkisar 4 kkal/gram. Namun dalam proses pembakaran yang terjadi dalam tubuh justru karbohidrat dan protein digunakan terlebih dahulu baru kemudian lemak sehingga jarang sekali tubuh membakar lemak untuk menghasilkan energi (Winarno, 1997).

Lemak adalah bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Lemak yang digunakan dalam makanan sebagian besar adalah trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dari berbagai asam lemak. Peran daripada lemak (*lipid*) dalam makanan manusia dapat merupakan zat gizi yang menyediakan energi bagi tubuh; dapat bersifat psikologis dengan meningkatkan nafsu makan; atau dapat membantu memperbaiki tekstur dari bahan pangan yang diolah. Istilah lemak (*fat*) biasanya digunakan untuk campuran trigliserida yang berbentuk padat pada suhu ruangan, sedangkan minyak (*oil*) berarti campuran trigliserida cair pada suhu ruangan (Buckle *et al.*, 2007).

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2) menunjukkan bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* tidak memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hit} < F_{tab}$

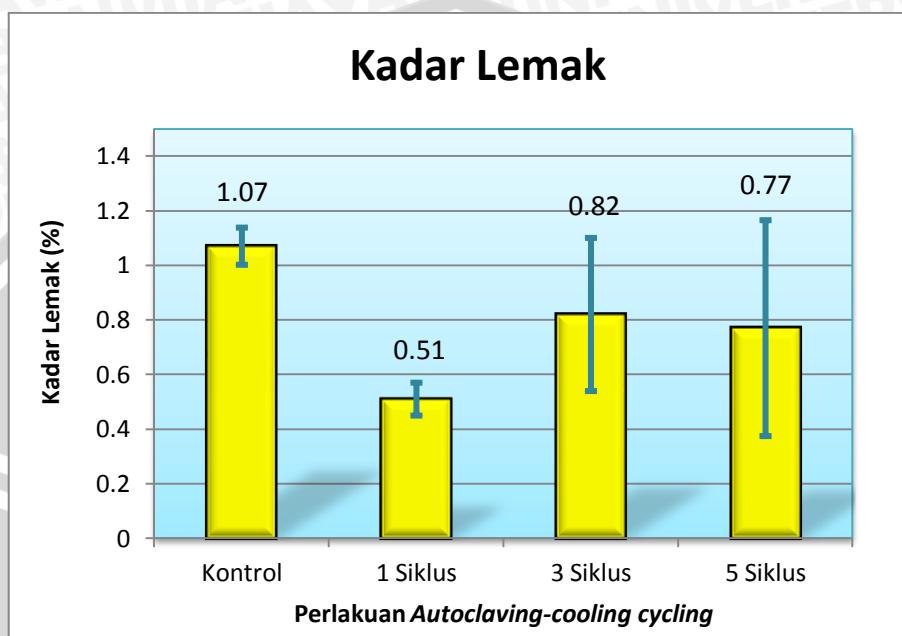
5%) terhadap nilai rata-rata kadar lemak tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*), sehingga tidak dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Nilai rata-rata dan standar deviasi kadar lemak yang terkandung dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Rata-rata Kadar Lemak Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata – rata ± St. Dev
Kontrol	1.07 ± 0.068
A (1 siklus)	0.51 ± 0.060
B (3 siklus)	0.82 ± 0.280
C (5 siklus)	0.77 ± 0.395

Pada Tabel 13, di atas dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kadar lemak pada tepung mangrove api-api berkisar antara 0,51%-0,82% di mana dari hasil ini menunjukkan perlakuan *autoclaving cooling* berpengaruh terhadap kadar lemak yang terkandung yakni menyebabkan kenaikan kadar lemak. Nilai rata-rata kadar lemak tertinggi terdapat pada perlakuan 3 siklus yakni sebesar 0,82% dengan nilai standar deviasi ± 0.28042 . Sedangkan kadar rata-rata lemak terendah pada perlakuan 1 siklus yakni sebesar 0,51% dengan nilai standar deviasi ± 0.06028 . Peningkatan kadar lemak antara perbandingan perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 3 siklus dan perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 5 siklus diduga karena penurunan total kadar pati dan komponen lain, sehingga kadar lemak pada perlakuan 3 siklus dan 5 siklus naik sebanyak 0,31% dan 0,26%. Menurut Munarso *et al.*, (2004), peningkatan kadar lemak dan serat ini terjadi karena adanya perubahan proporsi lemak dan serat terhadap total komponen, di mana kadar pati menurun. Sedangkan terjadi penurunan kadar lemak terjadi antara perbandingan perlakuan 3 siklus dengan perlakuan 5 siklus yaitu penurunan sebesar 0,05%, hal ini diduga karena lemak terhidrolisis selama proses pemanasan suhu tinggi-pendinginan.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya kenaikan kadar lemak pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perlakuan yang berbeda pada siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar lemak dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus *Autoclaving-cooling* Terhadap Kadar Lemak Tepung Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Dari Gambar 9, diagram batang perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar lemak mengalami kenaikan dan penurunan kadar lemak yang tidak terlalu signifikan. Sedangkan kadar lemak rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol yakni sebesar 1,07%. Jika dibandingkan antara kadar lemak rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus dengan rata-rata kadar protein 0,51%, 3 siklus dengan rata-rata kadar protein sebesar 0,82% dan 5 siklus dengan rata-rata kadar protein sebesar 0,77%, dapat disimpulkan bahwa kadar lemak yang terkandung di dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) menurun selama proses siklus *autoclaving-cooling*. Terjadi penurunan kadar lemak yang diduga disebabkan oleh adanya proses pemanasan dengan suhu

tinggi menggunakan *autoclave* yang membuat lemak terhidrolisis. Kadar lemak yang rendah juga merupakan tujuan dalam pembuatan tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) karena berpengaruh terhadap ketengikan dan daya simpan tepung. Menurut Toha (2001), lemak yang bersifat disaponifikasi dapat dihidrolisis dengan alkali dan panas sehingga terbentuk garam asam-asam lemak dan komponen lainnya.

Pengolahan menggunakan *autoclave* yang dikenal dengan istilah presto (Harris dan Karnas, 1989), membawa dampak susut termal yang sedikit namun susut oksidatif dapat terjadi dengan efek penurunan nutrisi yang tinggi. Selama proses pemanasan daging mengalami pengkerutan dan pengurangan berat, kehilangan air dan lemak diikuti terkoagulasinya serabut-serabut protein (Khotimah, 2002). Waktu pemanasan memberikan efek yang berbeda pada kadar lemak produk presto yang mana terjadi penurunan kandungannya sejalan dengan semakin lama waktu pemanasan. Hal ini erat kaitannya dengan sifat lemak tersebut yang berbentuk padat pada suhu kamar sedangkan suhu yang dicapai pada pengolahan adalah 115°C sampai 120°C sehingga makin lama waktu pemanasan maka semakin banyak lemak yang mencair dan hilang bersama dengan air (Tapotubun, 2008). Lemak (*fat*) adalah suatu ester asam lemak dengan gliserol yang berbentuk padat dalam suhu kamar, tidak mempunyai ikatan rangkap sehingga mempunyai titik lebur yang tinggi (Winarno, 1991).

Menurut Suarni (2009), kadar lemak yang rendah akan menguntungkan dari segi penyimpanan karena tepung dapat disimpan lebih lama, dengan demikian metode basah (perendaman) lebih baik dibandingkan metode kering (tanpa perendaman). Menurut Ambarsari (2009), kadar lemak tepung di Indonesia rata-rata mencapai 0,75%, jika dibandingkan dengan kadar lemak pada tepung mangrove api-api yaitu pada tepung kontrol sebesar 1,07% dan

tepung perlakuan *autoclaving-cooling* 1 siklus yakni sebesar 0,51%, 3 siklus yakni sebesar 0,82%, dan 5 siklus yakni 0,77% dapat diartikan bahwa kadar lemak pada tepung mangrove hasil perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan sudah memenuhi standar mutu tepung untuk perlakuan 1 Siklus sehingga aman untuk dikonsumsi. Sedangkan untuk perlakuan 3 siklus dan 5 siklus tidak memenuhi standar mutu tepung. Menurut Pramono (2009), Kebutuhan lemak normal adalah 10 – 25 % dari kebutuhan energi total. Lemak sedang dapat dinyatakan sebagai 15 – 20 % dari kebutuhan energi total, sedangkan lemak rendah ≤ 10 % dari kebutuhan energi total. Modifikasi jenis lemak dapat dinyatakan sebagai : lemak jenuh < 10 % dari kebutuhan energi total, lemak tidak jenuh ganda 10 % dari kebutuhan energi total, dan lemak tidak jenuh tunggal 10 – 15 % dari kebutuhan energi total.

4.2.3 Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen (Syarif dan Halid, 1993). Sedangkan menurut Tabrani (1997), menyatakan bahwa kadar air merupakan pemegang peranan penting, kecuali temperatur maka aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan dan ketengikan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis atau kombinasi antara ketiganya. Berlangsungnya ketiga proses tersebut memerlukan air dimana kini telah diketahui bahwa hanya air bebas yang dapat membantu berlangsungnya proses tersebut.

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*Autoclaving-cooling cycling*) memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hit} > F_{tab} 0,05$) terhadap nilai rata-rata kadar air tepung buah mangrove api-api. Hasil analisis dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1%, dapat dilihat pada lampiran 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi kadar air yang terkandung dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rata-rata Kadar Air Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(9.41 \pm 0.846)	a
A (1 siklus)	(7.99 \pm 0.8837)	a
B (3 siklus)	(11.82 \pm 2.5843)	ab
C (5 siklus)	(13.58 \pm 1.2974)	b

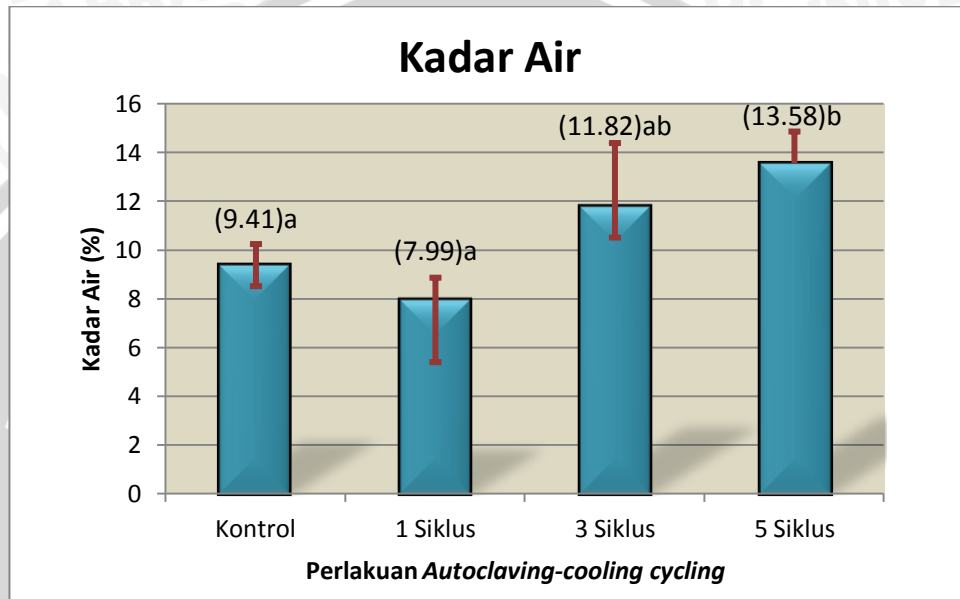
Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Dapat diketahui pada Tabel 14, berdasarkan uji lanjut BNT (lampiran 2), dapat diketahui bahwa kadar air pada perlakuan kontrol tidak berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus dan 3 siklus, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan 5 siklus. Perlakuan 1 siklus tidak berbeda nyata terhadap kadar air pada kontrol dan perlakuan 3 siklus, tetapi berbeda nyata terhadap kadar air pada perlakuan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 3 siklus tidak berbeda nyata terhadap kadar air pada perlakuan kontrol, 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 5 siklus tidak berbeda nyata terhadap kadar air pada perlakuan kontrol dan 1 siklus, tetapi berpengaruh nyata terhadap kadar air pada perlakuan 3 siklus. Kadar air rata-rata yaitu berkisar antara 7.99%-13.58%, dari data tersebut dapat diketahui terjadi kenaikan kadar air rata-rata pada setiap tingkatan siklus *autoclaving-cooling*.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya kenaikan kadar air pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan peningkatan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perbedaan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar air tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus *Autoclaving-cooling* Terhadap Kadar Air Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Dari Gambar 10, diagram batang perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar air mengalami kenaikan. Sedangkan kadar air rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol yakni sebesar 9,41%. Jika dibandingkan antara kadar air rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus dengan kadar air rata-rata 7,99%, 3 siklus dengan kadar air rata-rata sebesar 11,82% dan 5 siklus dengan kadar air rata-rata sebesar 13,58%, dapat disimpulkan bahwa kadar air yang terkandung di dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) mengalami peningkatan selama proses *autoclaving-cooling cycling*. Terjadi penurunan kadar air pada perlakuan 1 siklus, hal ini diduga karena proses awal *autoclaving-*

cooling di mana suhu di luar buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di dalam buah yang menyebabkan air yang berada di dalam buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) keluar.

Sedangkan pada perlakuan 3 siklus dan 5 siklus mengalami kenaikan kadar air. Kadar air meningkat tidak hanya disebabkan oleh perlakuan siklus yang berbeda tetapi dikarenakan oleh faktor lain seperti proses perendaman yang berbeda antara perlakuan kontrol dan perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan. Di mana tepung kontrol direndam hanya menggunakan air sumur selama 72 jam dengan pergantian air setiap 24 jam sekali. Sedangkan perlakuan siklus *autoclaving-cooling*, buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) direndam dengan menggunakan air panas selama 24 jam yang kemudian diganti dengan air sumur selama 48 jam dengan pergantian air 24 jam sekali. Perendaman ini bertujuan untuk mengurangi kadar tanin yang dikandung dalam buah mangrove api-api (*Avicennia marina*), sehingga didapatkan tepung mangrove api-api yang tidak pahit karena kadungan tanin yang tinggi. Menurut Rosita (2011), perebusan dan perendaman disamping meninaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan menghilangkan racun-racun yang ada pada buah mangrove antara lain dari jenis tanin dan HCN.

Perendaman dengan air panas yang mengakibatkan cairan masuk ke dalam jaringan buah api-api sehingga dapat meningkatkan kadar air tepung buah api-api. Winarno *et al.*, (2002), 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.

Berdasarkan data BSN yaitu SNI 01-3751-2006 disebutkan bahwa kadar air pada tepung terigu maksimal sebesar 14,5%, jika dibandingkan dengan kadar air rata-rata yang dikandung oleh tepung buah mangrove api-api dengan perlakuan kontrol yaitu sebesar 9,41% dan tepung buah mangrove api-api pada

perlakuan 1 siklus nilai kadar air rata-rata yaitu sebesar 7,99%, 3 siklus sebesar 11,82% dan 5 siklus sebesar 13,58%. Dari data tersebut dapat dikatakan tepung buah mangrove api-api sudah memenuhi standar tepung pada makanan. Rendahnya kadar air yang dikandung oleh suatu bahan pangan dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga memperpanjang daya simpan produk.

Kadar air sangat berpengaruh besar terhadap kualitas tepung. Semakin tinggi kadar airnya maka tepung akan semakin cepat rusak. Kerusakan pada tepung itu sendiri meliputi tepung akan berjamur dan berbau apek. Apabila suatu tepung memiliki kadar air rendah diharapkan memiliki umur simpan lama. Selain itu diduga tepung tersebut memiliki daya serap air yang lebih tinggi dibanding tepung yang memiliki kadar air tinggi (Prabowo, 2008).

4.2.4 Kadar Abu

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

Hasil analisis ragam (lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* berpengaruh sangat nyata ($F_{hit} > F_{tab} 1\%$) terhadap nilai rata-rata kadar abu tepung buah mangrove api-api. Hasil analisis dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1% yang dapat dilihat pada lampiran 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi kadar abu yang terkandung

repository.ub.ac.id

dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata Kadar Abu Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata ± St. Dev	Notasi
Kontrol	(2.82 ± 0.049)	c
A (1 siklus)	(1.29 ± 0.025)	b
B (3 siklus)	(1.11 ± 0.049)	a
C (5 siklus)	(1.18 ± 0.051)	a

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

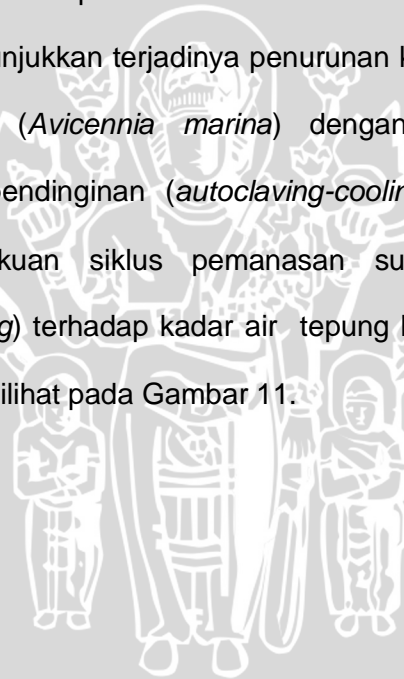
Dari Tabel 15, berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) diketahui bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 1 siklus berbeda nyata terhadap kadar abu pada perlakuan kontrol, 3 siklus dan perlakuan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 3 siklus berbeda nyata terhadap kadar abu perlakuan kontrol dan 1 siklus, tetapi tidak berbeda nyata terhadap kadar abu perlakuan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 5 siklus berbeda nyata terhadap kadar abu perlakuan kontrol dan 1 siklus, tetapi tidak berbeda nyata terhadap kadar abu perlakuan 3 siklus.

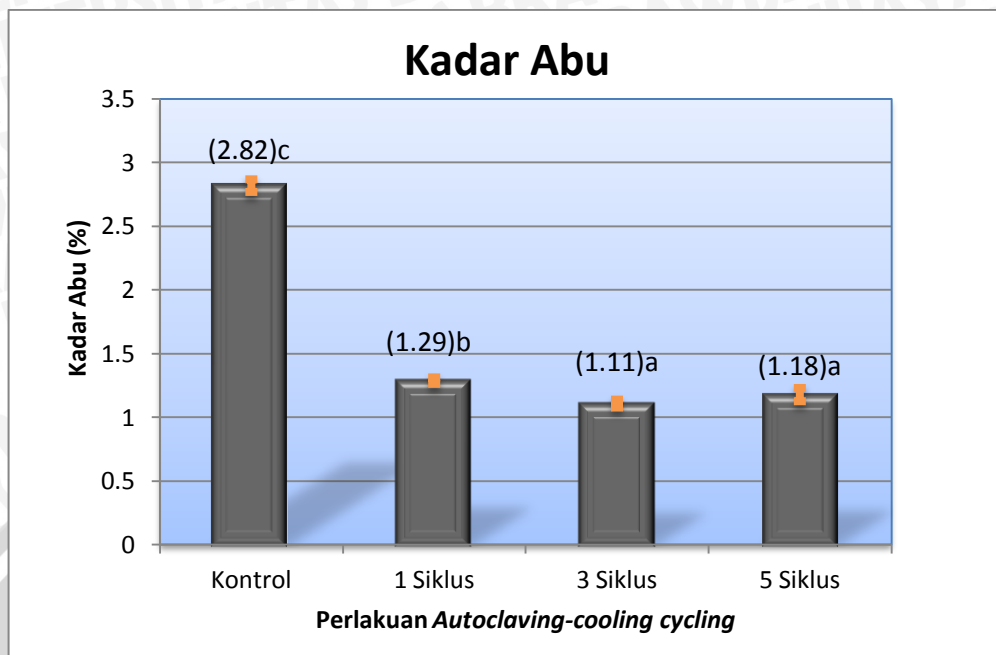
Rata-rata kadar abu pada tepung buah mangrove berdasarkan Tabel 15, yaitu berkisar antara 1,11% - 1,29% di mana dari hasil ini menunjukkan perbedaan *autoclaving-cooling cycling* yang digunakan berpengaruh terhadap kadar abu yang terkandung yakni menyebabkan penurunan kadar abu pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Nilai rata-rata kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan 1 siklus yakni sebesar 1,29% dengan nilai standar deviasi ± 0.025 . Sedangkan kadar rata-rata abu terendah pada perlakuan 3 siklus yakni sebesar 1,11% dengan nilai standar deviasi ± 0.049 . Perbandingan kadar abu pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

pada perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 3 siklus dan perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 5 siklus mengalami penurunan kadar abu berturut-turut sebesar 0,18% dan 0,11%. Penurunan kadar abu diduga karena perlakuan pemanasan suhu tinggi-pendinginan yang melarutkan kandungan mineral pada buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) sebelum dijadikan tepung. Sedangkan hal berbeda yang terjadi pada perlakuan 3 siklus dengan perlakuan 5 siklus di mana terjadi peningkatan kadar abu sebesar 0,07%. Peningkatan kadar abu ini diduga disebabkan oleh kadar pati yang menurun pada perlakuan 3 siklus. Menurut Munarso *et al.*, (2004), peningkatan kadar abu tepung beras disebabkan oleh terjadinya penurunan kadar pati.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar abu pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan penambahan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling cycling*). Hubungan antara perbedaan perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling cycling*) terhadap kadar air tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dapat dilihat pada Gambar 11.





Gambar 11. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus Autoclaving-cooling Terhadap Kadar Abu Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Dari Gambar 11, diagram batang perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan terhadap kadar abu mengalami penurunan. Sedangkan kadar abu rata-rata tepung mangrove api-api perlakuan kontrol yakni sebesar 2,82%. Jika dibandingkan antara kadar abu rata-rata tepung mangrove api-api perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus dimana kadar abu rata-rata 1,29%, 3 siklus dengan kadar abu rata-rata sebesar 1,11% dan 5 siklus dengan kadar abu rata-rata sebesar 1,18%, dapat disimpulkan bahwa kadar abu yang terkandung di dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) mengalami penurunan selama proses siklus *autoclaving-cooling*. Turunnya kadar abu yang terkandung pada tepung mangrove api-api ini disebabkan oleh proses perendaman dengan air panas, perebusan dan perlakuan *autoclaving-cooling* dengan siklus yang berbeda sehingga menyebabkan larutnya mineral di dalam buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Menurut Warkoyo (2007), kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan karena apabila kadar abu dalam suatu bahan

semakin banyak maka kandungan mineralnya akan semakin tinggi dan juga sebaliknya.

Kadar abu digunakan untuk menunjukkan bahwa proses pengolahan pangan tersebut baik atau tidak. Semakin tinggi kadar Ash (abu) semakin buruk kualitas tepung dan sebaliknya semakin rendah kadar Ash semakin baik kualitas tepung. Hal ini tidak berhubungan dengan jumlah dan kualitas protein (Prabowo, 2008). Ditambahkan oleh Rustandi (2009), kadar abu berpengaruh terhadap proses pembuatan serta akhir suatu bahan pangan. Tingginya kadar abu dapat mempengaruhi hasil akhir produk seperti warna produk akan menjadi gelap (warna remahan pada roti, warna mi) dan tingkat kestabilan adonan. Kadar abu juga membuat gluten mudah putus sehingga kemampuan untuk menahan gas pada saat fermentasi akan berkurang. Akibatnya roti tidak akan mengembang dengan sempurna. Semakin rendah kadar abu pada tepung maka waktu aduk adonan akan berkurang dan waktu fermentasi pun ikut berkurang.

Berdasarkan SNI, (2008) persyaratan mutu tepung terbaik memiliki kadar abu maksimal 0,5%. Jika dibandingkan dengan kadar abu pada tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) kontrol yaitu sebesar 1,49% dan perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan kadar abu rata-rata perlakuan 1 siklus sebesar 1,29%, 3 siklus sebesar 1,11% dan perlakuan 5 siklus sebesar 1,18%, dapat disimpulkan bahwa tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) ini tidak dapat memenuhi persyaratan standar mutu tepung pada makanan. Hal ini disebabkan karena kadar abu dari kontrol tepung mangrove api-api yang sudah besar yaitu sebesar 1,49%. serta disebabkan karena tempat dari buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) itu sendiri yang berada ditempat payau dengan salinitas 15 (‰) yang mengandung garam yang terdapat kandungan mineral, sehingga dapat meningkatkan kadar abu pada buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Tingginya kadar abu ini juga disebabkan karena proses pengeringan

yang dilakukan terhadap bahan maka jumlah air yang keluar teruapkan dari bahan yang dikeringkan akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudarmadji *et al.*, (1996), bahwa kadar abu tergantung pada jenis bahan, cara pengabuan, waktu dan suhu yang digunakan saat pengeringan, jika bahan yang diolah melalui proses pengeringan maka lama waktu dan semakin tinggi suhu pengeringan akan meningkatkan kadar abu, karena kadar air yang keluar dari dalam bahan semakin besar. Jika dapat dikatakan bahwa kadar air berbanding terbalik dengan kadar abu.

4.2.5 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat adalah kelompok nutrien penting dalam susunan makanan, sebagai sumber energi. Senyawa-senyawa ini mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen dan dihasilkan oleh tanaman dengan proses fotosintesa (Gaman dan Sherrington, 1994). Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (Winamo, 2002).

Karbohidrat merupakan zat yang penting dalam bahan pangan yang memiliki sifat fungsional sebagai sumber energi. Karbohidrat dapat dibedakan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna (*digestable carbohydrate*) dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna (*nondigestable carbohyrate*). Karbohidrat yang dapat dicerna adalah karbohidrat yang dapat dihidrolisis oleh enzim α -amilase menjadi monosakarida di dalam sistem pencernaan manusia manusia yang akan diserap oleh tubuh dan menyediakan energi untuk proses metabolisme. Salah satu karbohidrat yang dapat dicerna adalah pati

(polisakarida). Karbohidrat yang tidak dapat dicerna adalah karbohidrat yang tidak dipecah oleh enzim α -amilase yang terdapat di dalam tubuh manusia. Pati asisten (*resistant starch*) merupakan contoh dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna (Sajilata, 2006).

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* berpengaruh sangat nyata ($F_{hit} > F_{tab} 1\%$) terhadap nilai rata-rata kadar karbohidrat tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Hasil analisis dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1%, dapat dilihat pada lampiran 2. Rata-rata karbohidrat tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rata-rata Kadar Karbohidrat Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(74.7 \pm 1.158)	a
A (1 siklus)	(80.76 \pm 0.835)	b
B (3 siklus)	(77.58 \pm 2.483)	ab
C (5 siklus)	(75.58 \pm 0.897)	a

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha=0,01$)

Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha=0,01$)

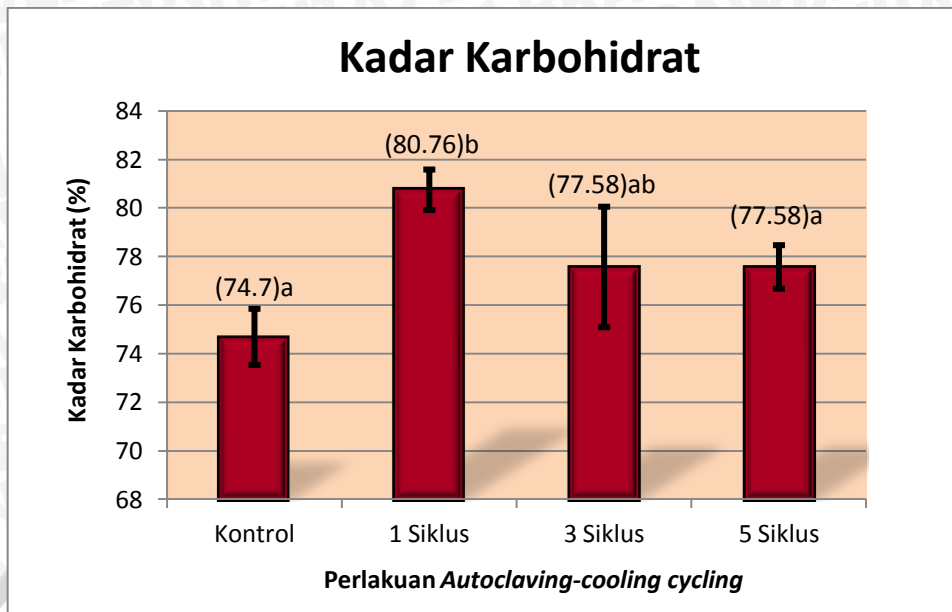
Pada Tabel 16, berdasarkan uji BNT (lampiran 2) dapat diketahui bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus, tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 1 siklus tidak berbeda nyata terhadap kadar karbohidrat perlakuan 3 siklus, tetapi berbeda nyata terhadap kadar karbohidrat perlakuan kontrol dan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 3 siklus tidak berbeda nyata terhadap kadar karbohidrat perlakuan kontrol, 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan *autoclaving-cooling* 5 siklus tidak berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol dan 3 siklus, tetapi berbeda nyata terhadap kadar karbohidrat perlakuan 1 siklus.

Rata-rata kadar karbohidrat pada tepung buah mangrove berkisar antara 75,58% - 80,76% di mana dari hasil ini menunjukkan perbedaan siklus *autoclaving-cooling* yang digunakan berpengaruh terhadap kadar karbohidrat yang terkandung yakni menyebabkan penurunan kadar karbohidrat pada tepung buah mangrove api-api. Nilai rata-rata kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada perlakuan 1 siklus yakni sebesar 80.76 % dengan nilai standar deviasi ± 0.835 , sedangkan kadar rata-rata karbohidrat terendah pada perlakuan 5 siklus yakni sebesar 75.58% dengan nilai standar deviasi ± 0.897 . Perbandingan kadar karbohidrat pada perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 3 siklus memiliki selisih kadar karbohidrat sebanyak 3,18%. Sedangkan perbandingan perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 5 siklus memiliki selisih kadar karbohidrat sebanyak 5,18%. Terjadinya penurunan kadar karbohidrat antara perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 3 siklus dan perlakuan 5 siklus ini diduga disebabkan oleh perhitungan kadar karbohidrat yang menggunakan metode *by difference*. Di mana perhitungan *by difference* tersebut sebagai berikut (AOAC, 2005) :

$$\% \text{ karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ air} + \% \text{ lemak} + \% \text{ protein} + \% \text{ abu})$$

Sehingga apabila kadar air, lemak, protein dan abu naik pada perlakuan tersebut maka kadar karbohidrat pada tepung akan berkurang.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan penambahan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perbedaan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar air tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus Autoclaving-cooling Terhadap Parameter Kadar Karbohidrat Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Dari Gambar 12, diagram batang di atas perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan terhadap kadar karbohidrat mengalami penurunan. Sedangkan kadar karbohidrat rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol yakni sebesar 74,70%. Jika dibandingkan antara kadar karbohidrat rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus dengan kadar karbohidrat rata-rata 80,76%, 3 siklus dengan kadar karbohidrat rata-rata sebesar 77,58% dan 5 siklus dengan kadar karbohidrat rata-rata sebesar 75,58%, dapat disimpulkan bahwa kadar karbohidrat yang terkandung di dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) mengalami kenaikan selama proses siklus *autoclaving-cooling*. Kenaikkan kadar karbohidrat ini disebabkan oleh kandungan protein, lemak, dan abu rata-rata yang relatif tinggi pada perlakuan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) kontrol jika dibandingkan dengan kadar protein, lemak, dan abu pada perlakuan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan

autoclaving-cooling. Di mana kandungan rata-rata protein, lemak dan abu tepung buah mangrove kontrol yakni sebesar 12,01%, 1,07% dan 2,82%.

Berdasarkan SNI (2008), persyaratan standar mutu tepung terbaik memiliki kadar karbohidrat minimal 65%. Jika dibandingkan dengan kandungan karbohidrat tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) pada perlakuan kontrol yakni memiliki kandungan kadar karbohidrat sebanyak 74,70%, dan kandungan karbohidrat pada perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus berturut-turut sebesar 80,76%, 77,58%, 75,58%, maka dapat dikatakan bahwa tepung buah mangrove api-api memenuhi persyaratan standar mutu tepung untuk makanan. Menurut Pramono (2009), Kebutuhan karbohidrat normal adalah 60 – 75 % dari kebutuhan energi total. atau sisa energi setelah dikurangi energi yang berasal dari protein dan lemak. Selain jumlah, kebutuhan karbohidrat dalam keadaan sakit sering dinyatakan dalam bentuk karbohidrat yang dianjurkan. Misalnya penyakit Diabetes Mellitus, dislipidemia dan konstipasi membutuhkan serat tinggi (30 – 50 gr/hari), sedangkan diare membutuhkan serat rendah.

4.2.6 Kadar Pati

Pati merupakan polisakarida yang banyak ditemukan di alam selain selulosa. Pati ditemukan dalam daun semua tanaman hijau dan dalam biji-bijian, buah-buahan, batang, akar dan umbi. Pati merupakan produk akhir fotosintesis dan menyediakan energi yang disimpan secara kimia. Sumber energi bagi organism non-fotosintesis berasal dari pati, yang secara prinsip berasal dari tanaman pangan seperti gandum, kentang, beras, jagung, sorgum, kacang-kacangan, umbi garut, dan lain-lain. Diperkirakan 60-70% asupan kalori manusia berasal dari pati (Robyt, 2008).

Pati merupakan sumber utama karbohidrat dalam pangan. Pati adalah homopolimer glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -glikosidik (Winarno, 1992). Molekul pati berbentuk semikristalin yang tersusun dari bagian Kristal dan bagian amorphous. Bagian Kristal pati lebih tahan terhadap perlakuan asam kuat dan enzim, sedangkan bagian amorphous bersifat kurang stabil terhadap asam kuat dan enzim. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarutnya amilosa, sedangkan fraksi tidak terlarutnya merupakan amilopektin (Budiyati, 2009).

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* memberikan pengaruh yang sangat nyata ($F_{hit} > F_{tab} 1\%$) terhadap nilai rata-rata kadar pati tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Analisis selanjutnya dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1% sehingga didapatkan notasi seperti pada Tabel 17.

Tabel 17. Rata-rata Kadar Pati Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(13.66 \pm 10.089)	a
A (1 siklus)	(38.00 \pm 2.982)	b
B (3 siklus)	(33.63 \pm 0.653)	b
C (5 siklus)	(33.80 \pm 2.811)	b

Keterangan :

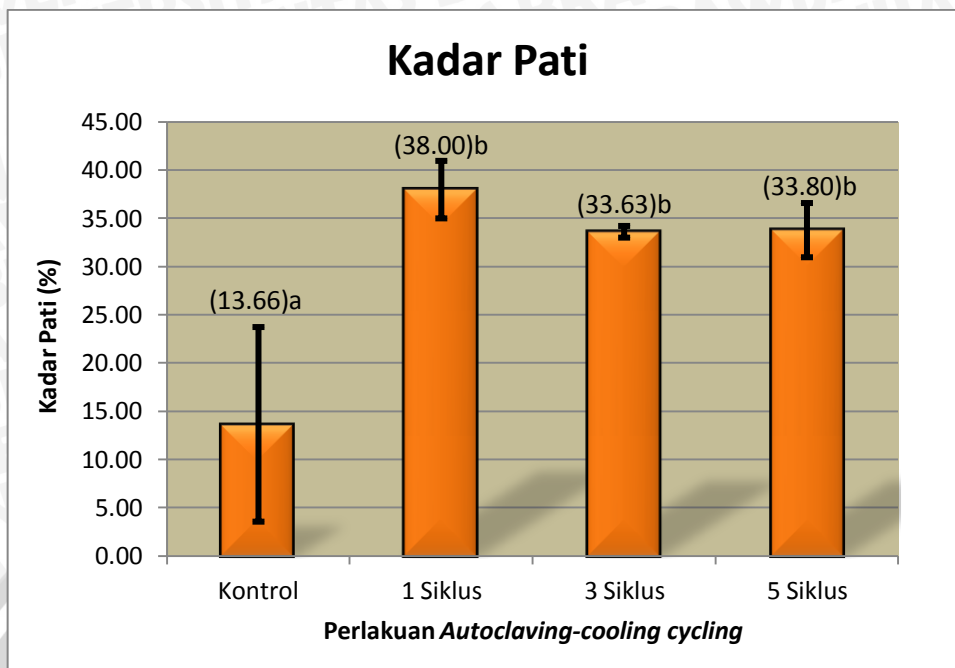
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Pada Tabel 17, dapat diketahui bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus, 3 siklus, dan 5 siklus. Perlakuan 1 siklus berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 3 siklus berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 5 siklus berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 3 siklus.

Di mana dari hasil ini menunjukkan perbedaan siklus *autoclaving-cooling* yang digunakan berpengaruh terhadap kadar pati yang terkandung, yakni menyebabkan penurunan kadar pati pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Nilai rata-rata kadar pati tertinggi terdapat pada perlakuan 1 siklus sebesar 38,00% dengan standar deviasi ± 2.982 dan kadar pati terendah pada perlakuan 3 siklus sebesar 33,63% dengan standar deviasi ± 0.653 . Perbandingan kadar pati pada perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 3 siklus memiliki selisih kadar pati sebanyak 4,37%, sedangkan perlakuan 1 siklus dengan perlakuan 5 siklus) memiliki selisih kadar pati sebesar 4,2%. Terjadinya penurunan kadar pati diduga disebabkan oleh suhu tinggi *autoclaving* yang menyebabkan pati terdegradasi. Berdasarkan penelitian Anggi (2011), semakin tinggi suhu pemanasan pati singkong akan lebih cepat terdegradasi. Pati singkong resiten 1 siklus dibuat dengan 1 kali proses *autoclaving*, sedangkan pati singkong resiten 3 siklus kandungan patinya paling rendah diantara semua perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa proses *autoclaving* yang berulang membuat ikatan pati terhidrolisis dan menyebabkan kandungan pati berkurang.

Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kadar pati pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan penambahan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perbedaan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar air tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus *Autoclaving-cooling* Terhadap Parameter Kadar Pati Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Dari Gambar 13, diagram batang perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar pati mengalami penurunan. Sedangkan kadar pati rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol yakni sebesar 13,66%. Jika dibandingkan antara kadar pati rata-rata tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus dengan kadar pati rata-rata 38,00%, 3 siklus dengan kadar pati rata-rata sebesar 33,63% dan 5 siklus dengan kadar pati rata-rata sebesar 33,80%, dapat disimpulkan bahwa kadar pati yang terkandung di dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) mengalami kenaikan selama proses siklus *autoclaving-cooling*. Kenaikkan kadar pati diduga karena kandungan amilosa pada tepung buah mangrove sangat rendah sehingga retrogradasi pati lebih lambat dan menyebabkan kadar pati relatif meningkat selama proses *autoclaving*. Hal ini diperkuat oleh Gudmundsson (1994), retrogradasi pati dipengaruhi oleh jenis pati, nisbah amilosa dan amilopektin, panjang dan distribusi rantai luar

amilopektin, berat molekul amilosa dan amilopektin, dan distribusi ukuran granula pati. Molekul amilosa lebih cepat mempengaruhi pembentukan gel dan retrogradasi pati dibandingkan molekul amilopektin, sehingga pati yang mengandung amilosa cenderung mengalami retrogradasi lebih cepat.

Selain itu semakin tinggi siklus *autoclaving* yang digunakan dalam proses pembuatan tepung dapat menghambat proses gelatinisasi, pati bagian atas tergelatinisasi selama proses *autoclaving* dan menutupi pati bagian bawah dari penetrasi air sehingga menghambat gelatinisasi pati dan penetrasi panas pada pati bagian bawah. Menurut Liu *et al.*, (2000) bahwa pemanasan dengan autoklaf akan membuat pati yang telah tergelatinisasi di bagian atas menjadi penghambat penetrasi air ke dalam pati yang berada dibagian bawahnya yang menghambat gelatinisasi.

Berdasarkan SNI, (1992) persyaratan standar mutu tepung terbaik memiliki kadar pati minimal 75%. Sedangkan kadar pati pada tepung buah mangrove api-api kontrol yaitu sebesar 13,66% dan kadar pati yang dihasilkan pada perlakuan *autoclaving-cooling cycling* pada perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus berturut-turut yaitu 38%, 36,33%, dan 33,80%. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) tidak memenuhi standar mutu tepung untuk makanan, hal ini disebabkan oleh kadar pati yang terkandung pada tepung mangrove relatif rendah.

4.2.7 Kadar Amilosa

Amilosa berkontribusi dalam mempengaruhi tekstur dan kelengketan, sedangkan amilopektin mempengaruhi suhu gelatinisasi, karakter tanak dan pasta pati (Tran *et al.*, 2001). Amilosa memiliki peran sebagai pengencer sekaligus penghambat penyerapan. Kandungan amilosa merupakan indikator

yang baik dalam menentukan kekerasan gel dari pasta tepung beras (Tester dan Marrison, 1990).

Amilosa yang dengan rantai 1,4 α -glikosidik yang tidak bercabang menyebabkan ikatan amilosa lebih kuat sehingga sulit digelatinisasi dan sulit dicerna (Parker, 2003). Kandungan amilosa pada suatu bahan berbanding lurus dengan kadar pati resiten dan berbanding terbalik dengan daya cerna pati bahan tersebut. Semakin besar kandungan amilosa, maka pati semakin sulit dicerna sehingga daya cerna pati menjadi rendah (Anggi, 2011).

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($F_{hit} > F_{tab} 1\%$) terhadap nilai rata-rata kadar amilosa tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Dilakukan analisis selanjutnya yaitu uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1%, sehingga didapatkan notasi dapat dilihat pada lampiran 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi kadar amilosa yang terkandung dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Rata-rata Kadar Amilosa Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(2.01 \pm 0.183)	a
A (1 siklus)	(5.92 \pm 0.705)	b
B (3 siklus)	(6.54 \pm 0.324)	b
C (5 siklus)	(6.89 \pm 0.190)	b

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

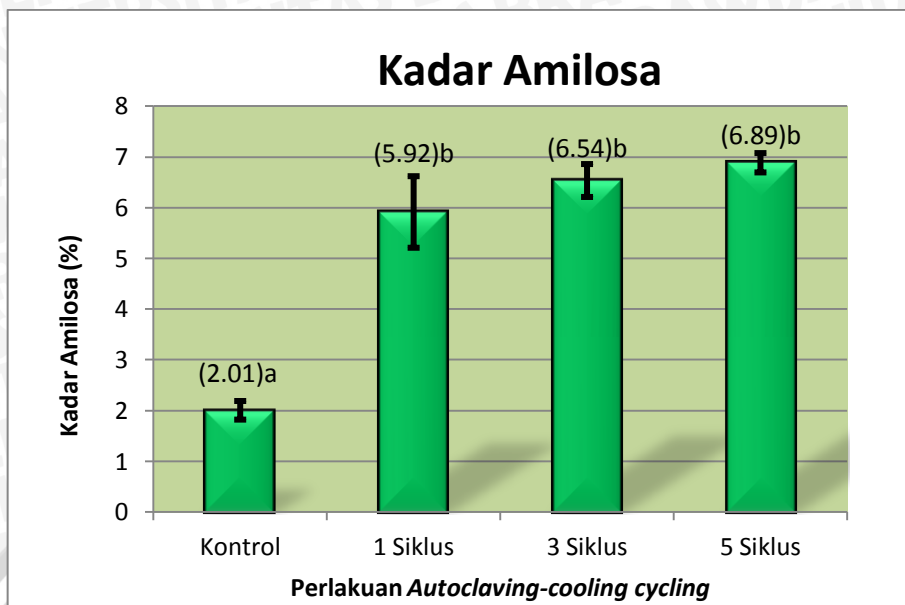
Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha = 0,01$)

Pada Tabel 18, dapat diketahui bahwa pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 1 siklus berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata terhadap

perlakuan 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 3 siklus berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 5 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 5 siklus.

Rata-rata kadar amilosa tepung buah mangrove berkisar antara 5,92% - 6,89%. Di mana dari hasil ini menunjukkan perbedaan siklus *autoclaving-cooling* yang digunakan berpengaruh terhadap kadar amilosa yang terkandung, yang menyebabkan kenaikan kadar amilosa pada tepung buah mangrove api-api. Menurut Shin *et al.*, (2004), proses *autoclaving* meningkatkan kadar amilosa pati singkong resisten disebabkan oleh degradasi amilosa rantai panjang menjadi amilosa rantai pendek yang berakibat meningkatnya kandungan amilosa. Kadar amilosa rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan 5 siklus sebesar 6,89% dengan standar deviasi ± 0.1908 , sedangkan kadar amilosa rata-rata terendah terdapat pada perlakuan 1 siklus sebesar 5,92% dengan standar deviasi ± 0.7054 .

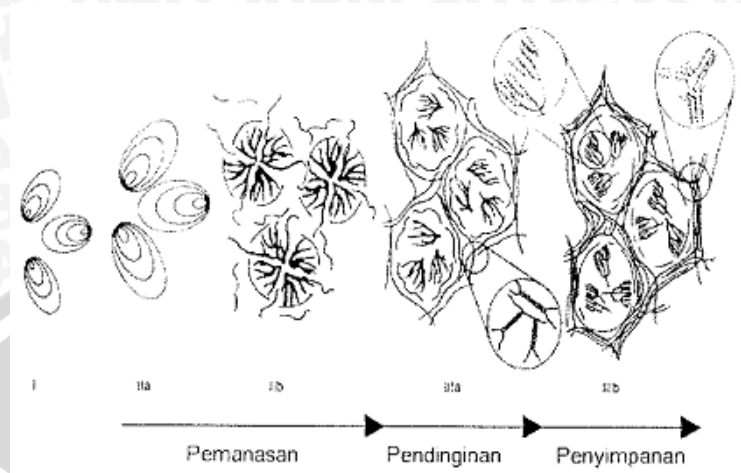
Hasil analisis menunjukkan terjadinya kenaikan kadar amilosa pada tepung buah mangrove api-api dengan penambahan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perbedaan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus Autoclaving-cooling Terhadap Parameter Kadar Amilosa Tepung Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Dari Gambar 14, diagram batang perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan terhadap kadar amilosa mengalami kenaikan. Kadar amilosa rata-rata tepung mangrove api-api perlakuan kontrol yakni sebesar 2,01%. Jika dibandingkan antara kadar amilosa rata-rata tepung mangrove perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus berturut-turut yaitu sebesar 5,92%, 6,54%, dan 6,89%, maka dapat dikatakan kadar amilosa mengalami kenaikan selama proses pemanasan dengan suhu tinggi-pendinginan. Kenaikkan kadar amilosa pada tepung mangrove perlakuan pemanasan suhu tinggi-pendinginan sangat signifikan jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini diduga bahwa semakin tinggi siklus yang digunakan dapat membuat granula pati tergelatinisasi sempurna sehingga amilosa dapat keluar dari pati. Menurut Anggraini (2007), bahwa pemanasan awal pada suhu tersebut membuat granula pati tergelatinisasi sebagian atau parsial dan pemanasan dengan autoklaf tidak membuat semua amilosa keluar dan tergelatinisasi sempurna.

Namun, semakin tinggi modifikasi siklus yang dihasilkan akan meningkatkan jumlah amilosa yang dikeluarkan sehingga pati tergelatinisasi sempurna.



Gambar 15. Perubahan Granula Pati (Alami: I) Selama Proses Gelatinisasi, Terjadinya Pengembangan (Iia), Pelepasan Amilosa (Iib), Retrogradasi, Proses Penggabungan Kembali Rantai Linear Pati Setelah Dekristalisasi Akibat Gelatinisasi (Srichuwong, 2006)

Pelepasan amilosa (*amylase leaching*) umumnya terjadi setelah pemanasan suspensi pati di atas suhu gelatinisasinya. Namun, beberapa amilosa juga dapat mengalami pelepasan dari granulanya pada pemanasan di bawah suhu gelatinisasinya. Hal ini disebabkan lokasi amilosa pada granula pati berada di daerah non-kristalin, di samping juga ukuran molekul amilosa yang relative kecil serta berbentuk linear, sehingga lebih mudah berdifusi keluar dari granula pati (Wishler dan BeMiller, 1997).

Menurut Aliawati (2003), kadar amilosa dalam pati digolongkan menjadi empat kelompok yaitu kadar amilosa sangat rendah <10%, kadar amilosa rendah 10-19%, kadar amilosa sedang 20-24% dan kadar amilosa tinggi >25%. Berdasarkan data di atas maka kadar amilosa pada tepung buah mangrove api-api baik perlakuan kontrol maupun perlakuan *autoclaving-cooling* dengan kadar amilosa rata-rata berturut-turut sebesar: 2,01%, 5,92%, 6,54% dan 6,89%. Jika dibandingkan dengan kadar amilosa yang dihasilkan dari tepung buah lindur

dalam penelitian Rosita (2011), kadar amilosa tepung buah lindur yang dihasilkan rata-rata sebesar 16,9126% untuk penepungan langsung dan 17,2771% untuk penepungan dengan menggunakan larutan pemutih. Sehingga dari data tersebut dapat dikatakan tepung buah mangrove api-api termasuk ke dalam kelompok atau kategori kadar amilosa sangat rendah.

4.2.8 Kadar Amilopektin

Amilopektin merupakan polimer pati selain amilosa yang memiliki struktur bercabang. Setiap cabang mengandung 15-25 anhidroglukosa yang saling terhubung dengan ikatan 1,4 dan 1,6 α -glikosidik. Bagian cabang amilopektin pati dihubungkan dengan rantai karbon 1 dan berakhir di rantai karbon 6. Amilopektin merupakan polimer terbesar dari pati. Ukuran dan cabang amilopektin pati mempengaruhi mobilitas molekul dan cenderung menjadi kuat dengan adanya ikatan hidrogen yang dapat teretrogradasi sehingga amilopektin dalam cairan menjadi jelas dan stabil dengan gel resisten (Furia, 1990).

Molekul amilopektin menentukan kemudahan untuk dicerna. Amilopektin merupakan polimer pati selain amilosa yang memiliki struktur bercabang dapat mengganggu reaktalisasi dan lineralisasi amilopektin dapat mengikatkan pembentukan pati resisten (Sajilata *et al.*, 2006). Kandungan amilopektin diperoleh dengan cara menghitung selisih antara kadar pati total dengan kadar amilosa.

Hasil analisis ragam (Anova, lampiran 2), menunjukkan bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* memberikan pengaruh yang sangat nyata ($F_{hit} > F_{tab}$ 1%) terhadap nilai rata-rata kadar amilopektin tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Hasil analisis dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1%, sehingga didapatkan notasi yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi kadar amilopektin yang

terkandung dalam tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rata-rata Kadar Amilopektin Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(17.98 \pm 1.306)	a
A (1 siklus)	(32.11 \pm 3.641)	b
B (3 siklus)	(27.09 \pm 0.921)	b
C (5 siklus)	(26.91 \pm 2.989)	b

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($\alpha= 0,01$)

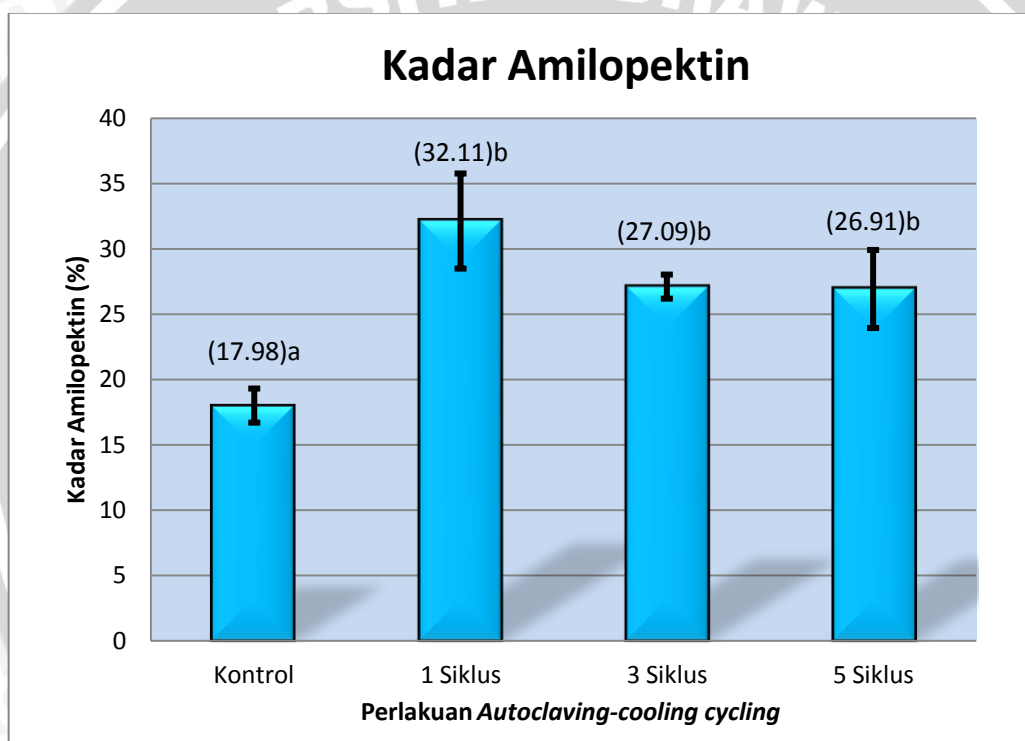
Notasi yang tidak berbeda menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata ($\alpha= 0,01$)

Pada Tabel 19, diketahui bahwa pada perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 1 siklus berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 3 siklus berbeda nyata terhadap kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 5 siklus berbeda nyata terhadap kontrol, tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan 1 siklus dan 3 siklus.

Rata-rata kadar amilopektin tepung buah mangrove berkisar antara 26,91% - 32,11%. Di mana dari hasil ini menunjukkan perbedaan siklus *autoclaving-cooling* yang digunakan berpengaruh terhadap kadar amilopektin yang terkandung, yang menyebabkan penurunan kadar amilopektin pada tepung buah mangrove api-api. Penurunan ini disebabkan oleh terjadinya proses degradasi dari struktur pati, di mana rantai struktur amilopektin mengalami perpotongan cabang menjadi rantai amilosa. Menurut Anggi (2011) dari hasil penelitiannya mengatakan bahwa, pati singkong merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik, sedangkan pati termodifikasi atau pati resisten singkong merupakan pati singkong yang telah terlampaui fase gelatinisasinya dan fase retrogradasinya sehingga amilopektinnya telah mengalami perpotongan

cabang menjadi amilosa. Kadar amilopektin rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan 1 siklus sebesar 32,11% dengan standar deviasi ± 3.641 , sedangkan kadar amilopektin rata-rata terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 17,98% dengan standar deviasi ± 1.306 .

Hasil analisis menunjukkan terjadinya kenaikan kadar amilopektin pada tepung buah mangrove dengan penambahan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan antara perbedaan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus *Autoclaving-cooling* Terhadap Parameter Kadar Amilopektin Tepung Mangrove Api-api.

Dari Gambar 16, diagram batang perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan terhadap kadar amilopektin mengalami penurunan. Kadar amilopektin rata-rata tepung mangrove api-api perlakuan kontrol yakni sebesar 17,98%. Jika dibandingkan antara kadar amilopektin rata-rata tepung mangrove api-api perlakuan kontrol dengan perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus

berturut-turut yaitu sebesar 32,11%, 27,09%, dan 26,91%, maka dapat dikatakan kadar amilopektin mengalami kenaikan selama proses *autoclaving-cooling*. Kenaikkan kadar amilopektin pada tepung mangrove perlakuan *autoclaving-cooling* sangat signifikan jika dibandingkan dengan perlakuan tepung mangrove api-api kontrol. Kenaikkan kadar amilopektin pada tepung mangrove api-api disebabkan oleh kadar pati dan kadar amilosa yang cenderung naik pada setiap perlakuan siklus *autoclaving-cooling*. Di mana untuk mengetahui kadar amilopektin dapat dihitung berdasarkan selisih antara kadar pati dengan kadar amilosa. Semakin rendah kadar pati dan amilosa, maka semakin rendah juga kadar amilopektin yang dihasilkan.

Miyoshi (2001), menyatakan selama proses HMT (*Heat Moisture Treatment*) terjadi degradasi molekul amilopektin pada rantai bagian luar sehingga jumlah molekul besar menurun tetapi jumlah molekul-molekul yang lebih kecil mengikat seperti molekul amilosa atau kompleks amilosa-lipid. Hal ini mengindikasikan terbentuknya kristalin baru dengan kestabilan panas yang berbeda pada bagian amorphous. Struktur kristalin amilopektin baru yang terbentuk lebih lemah sehingga lebih mudah didegradasi.

Anggi (2011), dalam penelitiannya didapatkan kadar amilopektin pada pati singkong setelah perlakuan *autoclaving-cooling* dengan perlakuan 1 siklus sebesar 71,03% (bk), sedangkan untuk perlakuan 3 siklus kadar amilopektin sebesar 56,57% (bk). Jika dibandingkan dengan kadar amilopektin rata-rata pada tepung buah mangrove api-api dengan perlakuan kontrol sebesar 17,98%, sedangkan kadar amilopektin rata-rata dengan perlakuan pemanasan suhu tinggi-pendinginan perlakuan 1 siklus, 3 siklus, 5 siklus berturut-turut yaitu sebesar 32,11%, 27,09% dan 26,91%, sehingga dapat dikatakan bahwa kadar amilopektin pada tepung buah mangrove sangat rendah dibandingkan dengan kadar amilopektin pati singkong.

4.2.9 Kecerahan Tepung Mangrove Api-Api (*Avicennia marina*)

Pengukuran warna ini menggunakan alat *colour reader*: L, a+, b+. Nilai L mewakili *lightness*, yaitu 0 untuk hitam dan 100 untuk putih, axis a menunjukkan intensitas warna merah (+) atau hijau (-), dan axis b menunjukkan intensitas warna kuning (+) atau biru (-).

4.2.9.1 Tingkat Kecerahan (L*)

Nilai L* memiliki rentang 0-100, nilai tersebut meningkat seiring dengan kecerahan dari suatu warna. +a* dan -a* menunjukkan arah warna kuning dan hijau sedangkan +b* dan -b* menunjukkan arah kuning dan biru dengan koordinat sistem L*a*b* memungkinkan definisi *numeric* dari suatu warna dan juga perbedaan diantara dua warna (Li, 2003).

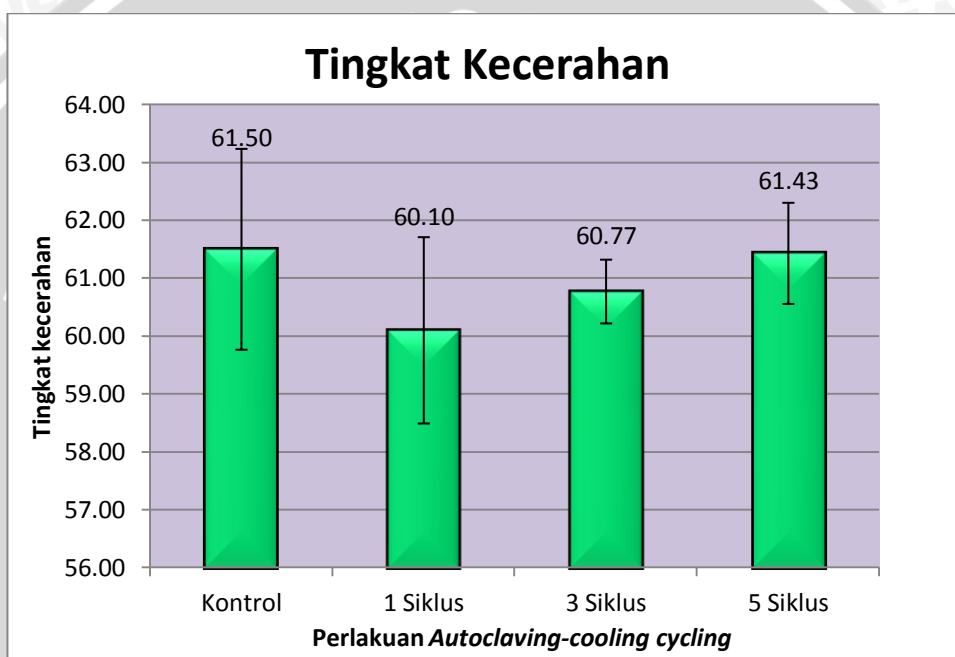
Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova, lampiran 2), untuk tingkat kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* diketahui bahwa tidak terdapat pengaruh nyata ($F_{hit} < F_{tab 0,05}$) terhadap kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*), sehingga tidak dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Rerata tingkat kecerahan (L*) dan standar deviasi pada tepung mangrove dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Rata-rata Tingkat Kecerahan (L*) Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev
Kontrol	61.50 \pm 1.734
A (1 siklus)	60.10 \pm 0.929
B (3 siklus)	60.77 \pm 0.317
C (5 siklus)	61.43 \pm 0.504

Berdasarkan hasil pengamatan diatas diketahui bahwa terjadi kenaikan rata-rata tingkat kecerahan (L*) pada tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) selama proses siklus *autoclaving-cooling*. Kenaikkan rata-rata tingkat kecerahan antara perlakuan 1 siklus dengan 5 siklus memiliki selisih sebesar

1.33%. Kenaikkan tingkat kecerahan ini diduga sebagai indikasi bertambahnya antosianin yang terdegradasi dan bertambahnya senyawa gula terlarut dari pigmen tersebut, karena pigmen antosianin bersifat larut dalam air (De man, 1997). Sebagian besar pigmen dalam jaringan tanaman mengalami perubahan selama penyimpanan dan pengolahan (Tranggono dan Sutardi, 1990). Hubungan tingkat kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus Autoclaving-cooling Terhadap Parameter Tingkat Kecerahan Tepung Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Jika dibandingkan dengan rata-rata tingkat kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) perlakuan kontrol yang memiliki tingkat kecerahan rata-rata sebesar 61,50%, maka tingkat kecerahannya tidak banyak berubah. Sehingga dapat dikatakan perlakuan siklus *autoclaving-cooling* tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*).

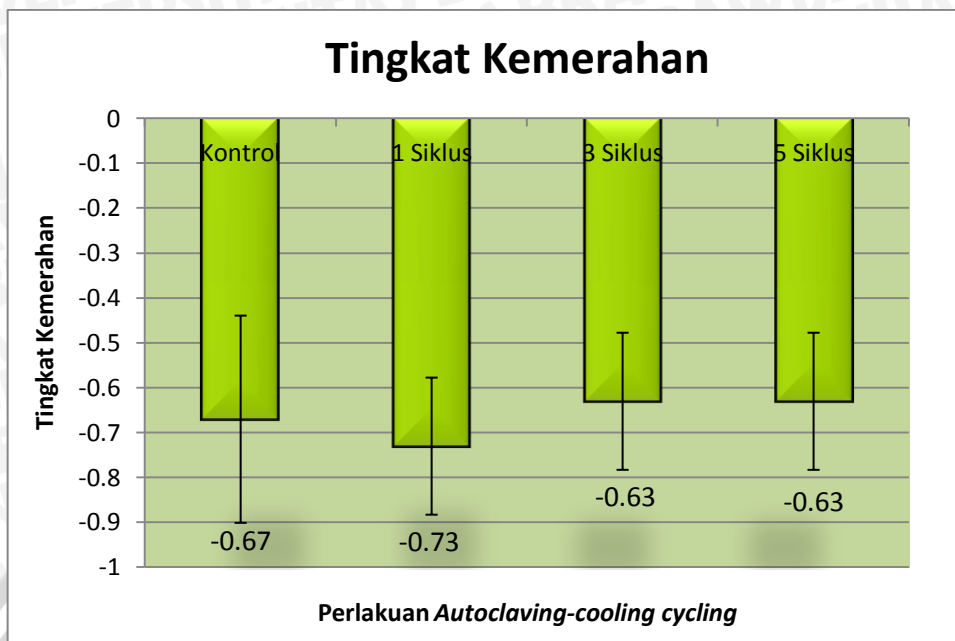
4.2.9.2 Tingkat Kemerahan (a*)

Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova, lampiran 2) untuk tingkat kemerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) menunjukkan bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* tidak berpengaruh nyata ($F_{hit} < F_{tab}$ 0,05) terhadap tingkat kemerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*), sehingga tidak dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Rerata tingkat kemerahan (a*) dan standar deviasi pada tepung mangrove dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Rata-rata Tingkat Kemerahan (a*) Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev
Kontrol	-0.67 \pm 0.231
A (1 siklus)	-0.73 \pm 0.152
B (3 siklus)	-0.63 \pm 0.152
C (5 siklus)	-0.63 \pm 0.152

Berdasarkan data Tabel 21, diatas diketahui bahwa tingkat kemerahan (a*) pada tepung buah mangrove api-api, nilai rata-rata tertinggi yaitu -0,73% yang ditunjukkan pada perlakuan 1 siklus, sedangkan nilai rata-rata terendah untuk tingkat kemerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) yaitu pada perlakuan 1 siklus dan 5 siklus yaitu sebesar -0,63%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi penurunan nilai rata-rata tingkat kemerahan pada setiap peningkatan siklus *autoclaving-cooling*. Menurut Budiarto (1991), pada pH asam, komponen yang dominan adalah kation flavium sehingga warna dari larutan akan menampakkan warna merah. Sebagian besar pigmen mengalami perubahan selama penyimpanan dan pengolahan. Hubungan tingkat kemerahan tepung buah mangrove api-api dengan perlakuan *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus Autoclaving-cooling Terhadap Parameter Tingkat Kemerahan Tepung Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Nilai negatif pada diagram batang diatas mengindikasikan bahwa tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) cenderung berwarna hijau, dimana range nilai untuk tingkat kemerahan yaitu 0-100 sedangkan range nilai hijau yaitu -1. Sehingga dapat dikatakan warna tepung buah mangrove api-api berwarna kehijauan. Nilai L^* memiliki rentang 0-100, nilai tersebut meningkat seiring dengan kecerahan dari suatu warna. $+a^*$ dan $-a^*$ menunjukkan arah warna kuning dan hijau sedangkan $+b^*$ dan $-b^*$ menunjukkan arah kuning dan biru dengan koordinat sistem $L^*a^*b^*$ memungkinkan definisi numeric dari suatu warna dan juga perbedaan diantara dua warna (Li, 2003).

4.2.9.3 Tingkat Kekuningan (b^*)

Berdasarkan analisis sidik ragam (Anova, lampiran 2) untuk tingkat kekuningan tepung buah mangrove api-api menunjukkan bahwa perlakuan *autoclaving-cooling cycling* berpengaruh nyata ($F_{hit} > F_{tab}$ 0,05) terhadap tingkat kekuningan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*). Hasil

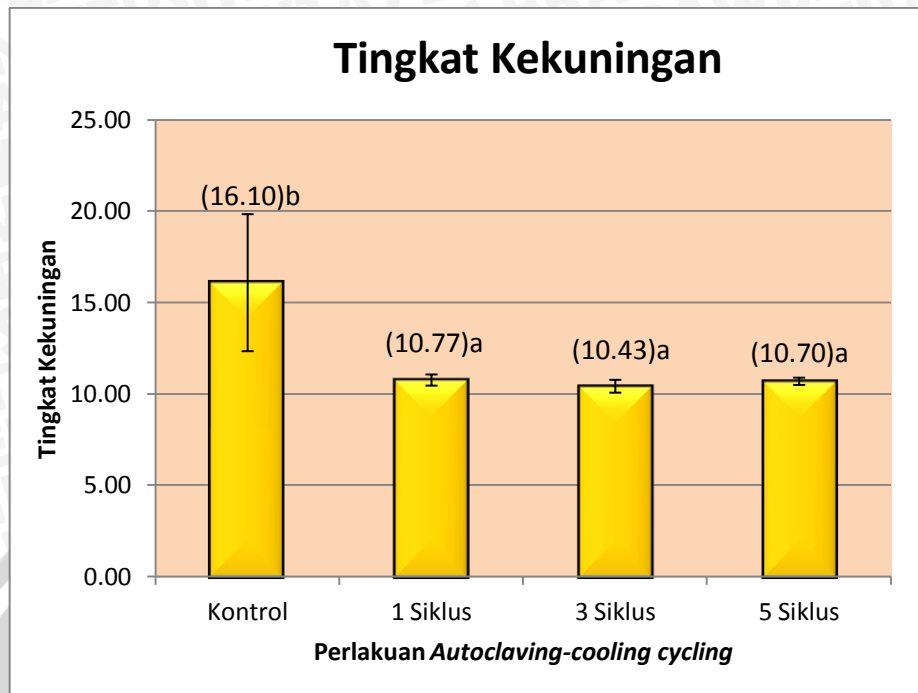
analisis lanjutan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1%, yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Rerata tingkat kekuningan (b^*) dan standar deviasi pada tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*), dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Rata-rata Tingkat Kekuningan (b^*) Tepung Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*)

Perlakuan	Rata-rata \pm St. Dev	Notasi
Kontrol	(16.10 \pm 3.751)	b
A (1 siklus)	(10.77 \pm 0.305)	a
B (3 siklus)	(10.43 \pm 0.351)	a
C (5 siklus)	(10.70 \pm 0.200)	a

Berdasarkan data Tabel 22 diatas, perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus, 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 1 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 3 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 5 siklus. Perlakuan 5 siklus berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 siklus dan 3 siklus.

Pada tingkat kekuningan (b^*) pada tepung buah mangrove api-api, nilai rata-rata tertinggi yaitu 10.77% yang ditunjukkan pada perlakuan 1 siklus, sedangkan nilai rata-rata terendah untuk tingkat kemerahan tepung buah mangrove api-api yaitu pada perlakuan 3 siklus yaitu sebesar 10,43%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi penurunan nilai rata-rata tingkat kekuningan pada setiap peningkatan siklus *autoclaving-cooling*. Hubungan tingkat kekuningan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan perlakuan *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Diagram Batang Pengaruh Perlakuan Siklus Autoclaving-cooling Terhadap Parameter Tingkat Kekuningan Tepung Mangrove Api-api.

Dari Gambar 19, diagram batang di atas mengindikasikan bahwa tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) cenderung berwarna kuning dengan ditandai nilai positif pada setiap tepung mangrove yang dihasilkan setelah perlakuan siklus *autoclaving-cooling* yang berbeda-beda. Dari gambar di atas dapat dikatakan bahwa terjadinya penurunan pada rata-rata tingkat kekuningan tepung mangrove api-api. Hal ini diduga diakibatkan oleh perlakuan *autoclaving cooling* yang mempengaruhi keadaan pigmen dari buah mangrove tersebut sebelum menjadi tepung. Menurut Geisman dan Crout (1969), intensitas warna dipengaruhi oleh keadaan pigmen dan yang paling berpengaruh adalah konsentrasi, pH dan suhu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan *autoclaving-cooling cycling* dapat meningkatkan mutu tepung mangrove api-api (*Avicennia marina*) hal ini ditunjukkan dengan perlakuan 1 siklus.
2. Siklus optimal untuk menghasilkan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan mutu terbaik yaitu pada perlakuan 1 siklus, sehingga analisis proksimat yaitu kadar protein 9.45%; kadar lemak 0.51%; kadar air 7.99%; kadar abu 1.29%; kadar karbohidrat 80.76%; kadar pati 38.00%; kadar amilosa 5.92%; kadar amilopektin 32.11%; tingkat kecerahan (L^*) 60.10; tingkat kemerahan (a^*) -0.73; tingkat kekuningan (b^*) 10.77.

5.2 Saran

Diharapkan terdapat penelitian lanjutan untuk meningkatkan mutu tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*) dengan lama waktu pemanasan yang lebih singkat dan suhu pemanasan yang lebih rendah dengan cara menurunkan tekanan pada *autoclave* yaitu di bawah 1 atm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. 2010. **Modifikasi Tepung Pisang Tanduk (*Musa paradisiacal formatypica*) Melalui Proses Fermentasi Spontan Dan Pemanasan Otoklaf Untuk Meningkatkan Kadar Pati Resisten**. Sekolah pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Aliawati, G. 2003. **Teknik Analisis Kadar Amilosa Dalam Beras**. Bulletin Teknik Pertanian 8 (2): 82-84
- Almatsier, S. 2009. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT. Gramedia Pustaka utama. Jakarta
- Alvarez, E.E dan Sanchez P.G. 2006. **Dietary Fibre** J. Nutr. Hosp. 21 (Supl.2) 60-71
- Ambarsari, I, Sarjana dan Abdul C. 2009. **Rekomendasi Dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Tengah
- Anggi, C.L. 2011. **Pengembangan Produk Bubur Instan Berbasis Pati Singkong (*Manihot esculenta crantz*) Termodifikasi**. Departemen gizi masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Anggraini, R.W. 2007. **Resistant Strach Tipe III dan Tipe IV Pati Gayong (*Canna edulis*), Kentang (*Solanum tuberosum*), dan Kimpul (*Xanthosoma violaceum Schott*) Sebagai Prebiotik** (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Anwar, C dan H. Gunawan. 2007. **Peranan Ekologis dan Sosial Ekonomis Mangrove dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir**. Jurnal Penelitian Konversi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Padang
- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of the Association Analytical**. Chemist. Inc., Washington D.C
- AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis of the Association Analytical**. Chemist. Inc., Washington D.C
- Aparicio-Saulan A, E. Flores-Huicochea, Juscelino. T.F. Garcia-Suarez, F. Guitierrez-Meraz, L.A Bello-Perez. 2005. **Resistant starch rich-powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization**. J. Strach/Starke 57, 405-412. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co
- Aprilia, H. 2008. **Potensi Terpendam Mangrove**. <http://trias.blog.unai.ac.id>. Diakses pada tanggal 3 April 2012
- Arph, M. 1993. **Pengawasan Mutu Pangan**. Tarsito. Bandung

- Atika, B. 2010. **Pemanfaatan Pati Suweg (*Amorphophallus campanulatus* B) Untuk Pembuatan Dekstrin Secara Enzimatis**. Fakultas Teknologi Industri pertanian, Universitas Pelita Harapan. Surabaya
- Ayuarta, R. 2011. **Perubahan Karakteristik Fisikokimia Tepung Jagung Putih (*Zea mays*) Selama Fermentasi**. Fakultas Teknologi Pertanian Brawijaya. Malang
- Batubara, U.N. 2009. **Analisa Protein, Kalsium Dan Lemak Pada Ikan Pora-Pora**. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Bemiller, J.N dan R.L Whistler. 1996. **Carbohydrates**. Dalam Fennema, O. R. Food Chemistry. This Edition. Macel Dekker, Inc. New York
- Bender, D.A. 2003. **Introduction To Nutrition And Metabolism**. 3rd ed Taylor & Francis. London
- Bengen. 2003. **Pengenalan dan Pengelolaan Sistem Mangrove**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Bjorck I.M dan Nyoman M.E. 1987. **In Vitro Effects Of Phytic Acid And Polyphenols On Starch Digestion And Fiber Degradation**. J food S.ci. 52: 1588-1994
- Budiyati, 2009. **Penentuan Daya Cerna Protein In Vitro Dan Pengukuran Daya Cerna Pati Secara In Vitro**. Laporan Praktikum Evaluasi Nilai Biologis Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Cassidy A, Bingham S, Setchell KD. 1994. **Biological Effects Of Diet Of Soy Protein Rich Isoflavones On The Menstrual Cycle Of Premenopausal Women**. Am J Clin Nutr 60 (3): 333-340
- Chafid, A. dan Galuh Kusumawardhani. 2010. **Modifikasi Tepung Sagu Menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim α -amylase**. Jurusan teknik kimia fakultas teknik, universitas Diponegoro. Semarang
- Chaplin, M. 2008. **Starch Available**. <http://www.1sbu.ac.uk/water/hysta.html>. Diakses pada tanggal 19 maret 2012
- Chaplin, M. 2002. **Strach**. <http://www.sbu.ac.uk>. Diakses pada tanggal 10 maret 2012
- Cui, X dan Potok, T.E. 2005. **Document clustering using particle swarm optimization**. In: IEEE Swarm Intelligence Symposium. Pasadena. California
- Departemen Gizi Dan Kesehatan Masyarakat FKM UI. 2007. **Gizi dan Kesehatan Masyarakat**. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Dewanti T. 2006. **Pangan Fungsional Makanan Untuk Kesehatan**. Universitas Brawijaya. Malang
- Dwiloka, B., Soepardie., Nurwantoro. 2004. **Pengawasan Mutu hasil Ternak**. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro. Semarang

Dziedzic, S.Z dan M.W Kearsley. 1995. **The Technology Of Starch Production**. In S.Z Dziedzic and M.W kearsley (Eds). Handbook of starch hydrolysis products and their derivates blackie academic and professional. London

Eskaria. 2010. **Ekstraksi Lemak Kasar Menggunakan Soxhlet Extractor**. <http://eskariachandra.wordpress.com/category/uncategorized/>. Diakses pada tanggal 10 maret 2012

Faridah, A., Kasmita, S.P., Asmar Y., Listwanti Y. **Patiseri Jilid 1**. Tim Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Fleche. G. 1985. **Chemical Modofikation And Degradation Of Starch**. Di dalam G.M.A. Van Beynum dan J.A. Roels, ed. Strach conversion technology. Applied Science Publ. London

Foragri. 2012. **Pangan Dari Hutan Mangrove**. <http://foragri.wordpress.com/2012/01/24/pangan-dari-hutan-mangrove/>. Diakses pada tanggal 5 maret 2012

Furia, T.E. 1990. **Handbook Of Food Additives**. Ohio: the chemical rubber, CO

Gaman, P.M dan K.B Sherrington. 1992. **Ilmu Pangan Pengantar Ilmu Nutrisi Dan Mikrobiologi Edisi Dua**. Terjemahan murdjito, dkk dari the science of food "an introduction to food science, nutrition and microbiology". UGM press. Yogyakarta

Gaman, P.M dan K.B Sherrington. 1994. **Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi Dan Mikrobiologi**. Edisi kedua. Gajah mada University press. Jogjakarta

Geisman, T.A dan Crout, D.H.G. 1969. **Organic Chemistery Of Secondary Plant Metabolism, Pergamon**. Press. London

Gudmundsson, M. 1994. **Retrogradation Of Starch And The Role Of Its Components**. Thermochemica Acta 246: 329-341

Gustiar H. 2009. **Sifat Fisikokimia Dan Indeks Glikemik Produk Cookies Berbahan Baku Pati garut (*Maranta arundinacea L.*) Termodifikasi**. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. Bogor

Haralampu, S.G. 2000. **Resistant Strach-A Review Of The Physical Properties And Biological Impact Of Rs3**. Carbohydrate Polymer 41: 285-92

Hargono, Abdullah dan Indro Sumatri. 2008. **Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Serta Aplikasinya Dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing**. Reactor, Vol.12 No. 1, hal 53-57

Harris, R.S dan Karnas, E. 1989. **Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan**. Ach,adi S, penerjemah. Penerbit: ITB. Bandung

- Herawati, Heni. 2011. **Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional**. Jurnal Libang Pertanian 30 (1). Balai Pengkajian Teknologi Jawa Tengah, Bukit Tegalepek
- Heriyanto, N.M. 2011. **Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan, Tanah, Air, Ikan Dan Udang Di Hutan Mangrove**. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol.8 No. 4 Oktober 2011, 197-205
- Hiariey, L.S. 2009. **Identifikasi Nilai Ekonomi Ekosistem Hutan Mangrove Di Desa Tawiri, Ambon**. Jurnal Organisasi dan Manajemen, Volume 5. Nomor 1, Maret 2009, 23-24.
- Hidayat. 2009. **Fungsi Karbohidrat**. <http://hidayat07.wordpress.com/2009/06/08/fungsi-karbohidrat/>. Diakses pada tanggal 22 maret 2012
- Ilminingtyas, D.W.H dan Diah Kartikawati. 2009. **Potensi Buah Mangrove sebagai Alternatif Sumber Pangan**.<http://www.kesematblog.com>, diakses 15 maret 2012.
- Ilminigtyas. 2010. **Hasil Penelitian Kandungan Buah Bruguiera Gymnorrhiza**. <http://kesematpedia.blogspot.com/2011/02/hasil-penelitian-kadar-gizi-buah.html>. diakses pada tanggal 17 februari 2012
- Imlet G.E dan Lineback D.F. 1982. **Food Carbohydrates**. The AVI Publishing Co. West port, Connecticut
- Ina. 2012. **Tepung dan Macam-macam Jenisnya**. <http://www.inacookies.co.id/inacookiesgnr/berita-82-tepung-dan-macam-macam-jenisnya.html>. diakses pada tanggal 15 maret 2012
- Indrasari, D. 2010. **Pemanfaatan tepung talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) dalam pembuatan Cookies**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut pertanian Bogor. Bogor
- Irawan, M.A. 2007. **Karbohidrat. Sports Science Brief**. www.pssplab.com. Diakses pada tanggal 15 Mei 2012
- Jati P.W. 2006. **Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Kosentrasi HCl Terhadap Nilai Dextrose equivalent (DE) dan Karakteristik Mutu Pati Termodifikasi Dari Pati Tapioca Dengan Metode Hidrolisis Asam**. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. Bogor
- Kartika, W.D.P. 2008. **Makanan Alternatif adalah Mangrove**. <http://trias.blog.unair.ac.id>. diakses 20 Oktober 2008.
- Kesemat. 2010. **Kue Kelepon Ternyata Bisa Dibuat Dari Buah Mangrove**. <http://kesematindonesia.wordpress.com/2007/08/22/kue-kelepon-ternyata-bisa-dibuat-dari-buah-mangrove/>. Diakses pada tanggal 6 maret 2012
- Khotimah, K. 2002. **Pengaruh Ekstrak Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Dan Metode Pengolahan Pada Kualitas Daging Ayam Broiler**. Fakultas Teknologi Peternakan. Institut Teknologi Bandung. Bandung

- Kirk, R.E dan Othmer, D.F. 1954. *Encyclopedia Of Chemical Technology*, Vol.5, pp. 781-790. Interscience Incyclopedia Inc. New York
- Koswara, S. 2009. **Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadi Makanan Bermutu**. Pustaka sinar harapan. Jakarta
- Kusmana, C. 1993. *A study on Mangrove Forest Management Based on Ecological Data in East Sumatra, Indonesia*. Disertation at Faculty of Agriculture, Kyoto University. Japan
- Kusmiadi, R. 2008. **Varietas Beras Dengan Komposisi Kimiawi Zat Penyusunnya**. <http://www.ubb.ac.id/menulengkap.php>. Diakses pada tanggal 10 maret 2012
- Li, Y. 2003. *Tooth Color Measurement Using Chromameter: Technique Advantages And Disadvantage*. J. Esthet Restor Dent, 15, S33-S41
- Liu, H. Corke, H., dan Ramsden, L. 2000. *The Effect Of Autoclaving On The Acetylation Of Ae, Wx, And Normal Maizes Straches*. J starch 52: 353-360
- Luallen, T.E. 1985. *Strach As Functional Ingredient*. Journal of food science
- Mangala S.L, Udayasankar, K. Tharanathan, R.N. 1999. *Resistant Starch From Processed Cereals The Influence Of Amylopectin And Non Carbohydrate Constituents In Its Formation*. Food Chen 64:391-396
- Mapiliandari, I. 1999. *Studi Pululanase dari Mikroorganisme Endofit*. Tesis tidak diterbitkan. Jakarta: Program studi magister Ilmu Kimia Pascasarjana Universitas Indonesia
- Miyoshi, E. 2001. *Effects Of Heat-Moisture Treatment And Lipids On Gelatinization And Retrogradation Of Maize And Potato Starches*. Cereal chem 79(1): 72-77
- Moeljaningsih. 2012. **Tepung Lokal Sebagai Bahan Subtitusi Terigu Untuk Produk Olahan Pangan (Local Flour as an Subtitution Wheat Flour For Food Refined Product)**. Balai Riset Dan Standardisasi Industri Surabaya. Surabaya
- Muchtadi, D. 1997. **Nutrifikasi Pangan (Peningkatan Nilai Gizi Pangan)**. Program studi ilmu pangan program pasca sarjana. Institut pertanian bogor. Bogor
- Munarso, S.J., Muchtadi., Fardiaz., dan Syarief. 2004. **Perubahan Sifat Fisikokimia Dan Fungsional Tepung Beras Akibat Proses Modifikasi Ikat-Silang**. J. Pascapanen 1(1) : 22-28
- Naraya, S. dan Moorthy S.N. 2002. *Physicochemical And Functional Properties Of Tropical Tuber Straces*. A review. J starch 54: 559-592

- Nurkania. 2010. **Metode Analisis**. http://www.scribd.com/Ainun_Nurkania_1130/d/77752762-METODE-ANALISIS. diakses pada tanggal 11 maret 2012
- Palupi NS., FR Zakaria dan E Prangdimurti. 2007. **Pengaruh Pengolahan Terhadap Nilai Gizi Pangan**. Modul e-Learning ENBP, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan-Fateta-IPB
- Pantjawidjaja, S. 2010. **Suatu Prospek Baru Dari Maladewata Sebagai Sumber Energi Pakan Unggas Dan Pelestarian Lingkungan**. Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner
- Parker, R. 2003. **Introduction Of Food Science**. Delmar, Thomson. New York
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28. 2004. **Tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan**
- Poedjiadi, A. 1994. **Dasar-dasar Biokimia**. UI Press. Jakarta
- Pomeranz, Y dan C. E. Meloan. 1994. **Food Analisis Theory and Practice**. Thrid Edition. Chapman and Hall. New York
- Prabowo, B. 2008. **Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Millet Kuning Dan Tepung Millet Merah**. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Pramono. 2009. **Cara Menentukan Kebutuhan Gizi Dalam Keadaan Sakit**. <http://www.giziwebster.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 07 April 2011
- Prangdimurti E, Palupi N.S. Zakaria F.R. 2007. **Modul e-learning ENBP, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan**, Fakultas Teknologi Pertanian., Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Purwantana, B., Nursigit bintoro dan puji wahyuningsih. 2008. **Kajian Kinerja Mesin Ekstraksi Tipe Ulir Pada Proses Pembuatan Pati Aren (*Arenga pinnata merr*)**. Prosiding seminar nasional teknik pertanian 2008. Yogyakarta
- Puspitasari, *et al.*, 1991. **Teknik Penelitian Mineral Pangan**. IPB-press. Bogor
- Rahmayanti,D. 2010. **Pemodelan dan Optimasi Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa Dengan Metode Artificial Neural Network-Genetic Algorithm (*ann-ga*)**. Jurusan kimia Fakultas teknik, universitas Diponegoro. Semarang
- Ramakrisna BS *et al.* 2000. **Amylase Resistant Starch Plus Oral Rehydration Solution For Cholera**. Eng J. Medicine
- Ranhotra , G.S, J.A Gelroth, K. Astroth, and G.J Eisenbraun. 1991. **Effect Of Resistant Starch On Intestinal Responses In Rats**. Cereal Chem 68 (2): 130-132

- Richana, N. dan Suarni. 2006. **Teknologi Pengolahan Jagung**. Balai penelitian tanaman serelia. Maros balai besar penelitian dan pengembangan pascapanen. Bogor
- Robyt, J.F. 2008. **Strach: Structure, Properties, Chemistry And Enzymology**. Di dalam: fraser-reid, B.,K tatsuta dan J. thiem (eds) Glycoscience. Chapter-DOI 10-1007/978-3-540-30429_35. Springer-verlag. Berlin Heidelberg
- Romimotarto, K. 2001. **Biologi Laut**. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Room, .F.A. 2004. **Studi Proses Despicing Dengan Metode Steaming Pada Minyak Goreng Bekas Serta Biaya Operasionalnya**. Tugas akhir tidak diterbitkan Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Rooney, L.W. 2002. **Snack Food Processing**. CRC Press. New York
- Rosita, I. 2011. **Potensi Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*)**. PKM GT. Institut Teknologi Pertanian Bogor. Bogor
- Rustandi, D. 2009. **Tepung terigu**. <http://www.dapurdedyrustandi.com/>. Diakses pada tanggal 3 mei 2012
- Safarudincio. 2010. **Usaha Mandiri Pemanfaatan Buah Api-Api (*Avicennia marina*) Sebagai Bahan Pembuatan Kripik Untuk Mengikatkan Pendapatan Masyarakat Pesisir Di Desa Bajo**. <http://safarudincicosafarudinblogspotcom.blogspot.com/2010/05/usaha-mandiri-pemanfaatan-buah-api-api.html>. Diakses pada tanggal 5 maret 2012
- Sajilata M.G., Rekha S.S., Puspha R.K., 2006. **Resistant Starch- A Review**. J Comprehensive reviews in food science and food safety 6: 1-13
- Santika,A. dan Rozakurniati. 2010. **Teknik Evaluasi Mutu Beras Ketan Dan Beras Merah Pada Beberapa Galur Padi Gogo**. Buletin teknik pertanian Vol. 15 No.1: 1-5
- Santoso, N; B.C Nurcahya, A.F Siregar, dan Ida Farida. 2005. **Resep Makanan Berbahan Baku Mangrove dan Pemanfaatan Nipah**. Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove. Jakarta
- Sastrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian**. Penerbit kanisius. Yogyakarta
- Sediaoetama, A.D. 2000. **Ilmu gizi untuk mahasiswa dan profesi jilid I**. Dian rakyat. Jakarta
- Shin S, Byun J, Park K.W, Moon T.W. 2004. **Effect Of Partial Acid And Heat Moisture Treatment Of Formation Of Resistant Starch In Rice (*oryza sativa* I)**. *Strach/Starke* 59: 504-509

- Sievert D dan Pomeranz. 1989. **Enzyme Resistant Starch II**. Charateristical and microscopic methods. Cereal chem. 66(4): 342-347
- Singarimbun, M dan Effendi. 1983. **Metodologi penelitian survei lembaga penelitian peneranga sosial**. Matahari bhakti. Jakarta
- SNI. 1992. **Tepung Singkong**. SNI 01-2997-1992 Dewan standarisasi Nasional. Hal 2 dari 5
- _____. 2006. **SNI 01-3751-2006 Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan**. <http://www.badan-standarisasi-nasional>
- _____. 2008. **SNI 01-3728-2008 Tepung Sagu sebagai Bahan Makanan**. <http://www.badan-standarisasi-nasional>
- _____. 2008. **SNI 01-3728-2008 Tepung Sagu sebagai Bahan Makanan**. <http://www.badan-standarisasi-nasional>
- Srichuwong, S. 2006. **Straches from different plant origin: from structure to physicochemical properties. (disertasi)**. Mie University. Japan
- Suarnadwipa,N dan Hendra, W. 2008. **Pengeringan Jamur Dengan Dehumidifier**. Jurnal ilmiah teknik mesin CAKRAM vol.2 no.1 juni 2008 (30-33)
- Suarni. 2009. **Prospek pemanfaatan tepung jagung untuk kue kering (Cookies)**. Jurnal litbang pertanian. Jakarta
- Sudarmadji S. Bambang H. Suardi. 1996. **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta
- Sudarmadji, S. Bambang H. Suardi. 2003. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta
- Sudarmadji, S.B, Haryadi dan Suhardi. 2007. **Analisa Bahan Pangan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Sugianto, R. 2003. **Uji Viabilitas Benih *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. Pada Berbagai Kondisi Media Simpan dan Lama Penyimpanan**. Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan. IPB
- Sugiyono, Pratiwi R, Faridah D.P. 2009. **Modifikasi pati garut (*Marantha arundinacea*) dengan perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling cycling*) untuk menghasilkan pati resisten 3**. Jurnal Teknik Pangan dan Gizi Vol. 20 No. 1
- Sumardi, J.A dan Sasmito, B.B. 2007. **Petunjuk Praktikum Metode Analisa Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**. Jurnal kesehatan lingkungan, Vol. 2, No.2
- Sumariana, K.S. 2008. **Uji Performansi Mesin Penepung Tipe Disc (Disc Mill) Untuk Penepungan Jawawut**. Fakultas teknologi pertanian, institute pertanian bogor. Bogor

- Sunyoto. 2008. **Pengembangan dan Pemanfaatan Hutan Mangrove**. Media cipta raya. Jakarta
- Susanto, T dan B. Saneto. 1994. **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian**. PT. Bina Ilmu. Surabaya
- Susiwi, S. 2009. **Kerusakan Pangan**. Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia. Jakarta
- Swinkles, J.J.M. 1985. **Sources of starch, its chemistry and physics in: gma. Beynum & ja. Roels**. Strach Conversion Technology. Marcel Dekker. New York
- Syarif, R dan H. Halid. 1993. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. penerbit Arcan. Puser antar universitas pangan dan gizi, institute pertanian Bogor. Bogor
- Szczodrak J, dan Pomeranz Y. 1991. **Starch And Enzyme-Resistant Starch From High-Amylose Barely**. Cereal Chemistry 68(6): 589-96
- Tabrani. 1997. **Teknologi Pemrosesan, Pengemasan Dan Penyimpanan Benih**. Kanisius. Yogyakarta
- Tapotubun, A.M., Nanlohy dan J.M. Louhenapessy. 2008. **Efek waktu pemanasan terhadap mutu presto beberapa jenis ikan**. Ichthyos, Vol. 7, No. 2 : 65-70
- Tester, R.F dan W.R Marrison. 1990. **Swelling and gelatinization of cereal starches**. Effect of amylopectin, amylase and lipids. Cereal chemistry. 67: 551-557
- Toha, A.H.A. 2001. **Biokimia : Metabolisme Biomolekul**. Penerbit Alfabeta. Bandung
- Tran, U.T., H. Okademo., M. murata., S. Homma dan K. Ohtsubo. 2001. **Comparison of Vietnamese and Japanese rice cultivars in terms of physicochemical properties**. Food Sci. Thechnol. Res 7:323-330
- Tranggono dan Sutardi. 1990. **Biokimia dan teknologi pasca panen**. PAU pangan dan gizi. UGM-press. Yogyakarta
- Warkoyo. 2007. **Studi ekstraksi karaginan dari rumput laut Euchema cottoni (kajian jenis larutan perendaman dan lama perendaman)**. Jurnal protein, teknologi Hasil pertanian, Fakultas pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang. Vol. 14 No. 1
- Whimpey, J. 2007. **Kue Klepon Ternyata Bisa Dibuat Dari Buah Mangrove**. [Jim Whimpey. Blog pada WordPress.com](#). Diakses 22 maret 2012.
- Wibowo Cahyo, Cecep Kusmana, Ani Suryani, Yekti Hartati, Poppy Oktadiyani. 2009. **Pemanfaatan Pohon Mangrove Api-Api (Avicennia spp.) Sebagai Bahan Pangan dan Obat**. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB. Dep. Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor

repository.ub.ac.id

Wijayanti E.D. 2010. **Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Api-api (*Avicennia marina*) Terhadap Resorpsi Embrio, Berat Badan dan Panjang Badan Janin Mencit (*Mus musculus*).** Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya

Winarno, F.G. 1992. **Kimia pangan dan Gizi.** PT. Gramedia pustaka utama. Jakarta

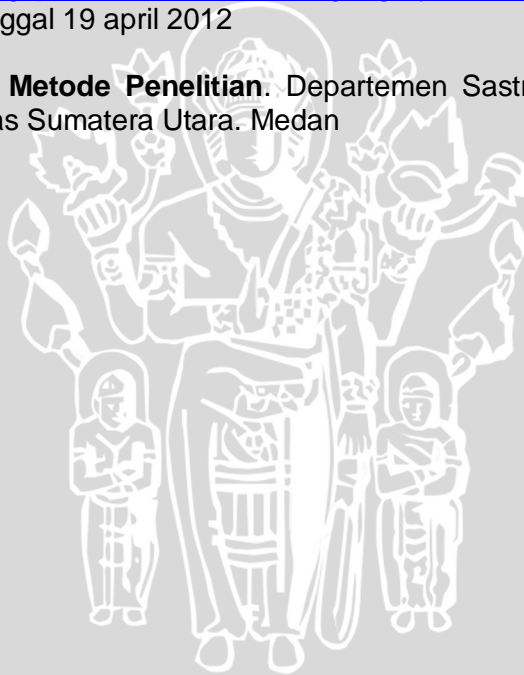
_____. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi.** PT. Gramedia. Jakarta

_____. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi.** PT. Gramedia. Jakarta

Wishler, R.L dan BeMiller J.N. 1997. **Starch. In RL Whisler and JN Bemiller (editor). Carbohydrate chemistry for food scientists.** St. Paul: American Association of cereal Chemists. Hlm 117-151

Ziqinium, 2010. **The dynamic cabinet acid.**
<http://ziqinium.blogspot.com/2010/07/si-bagong-dynamic-cabinet-acid.html>.
diakses pada tanggal 19 april 2012

Zulnaidi, M. H. 2007. **Metode Penelitian.** Departemen Sastra jepang fakultas sastra, Universitas Sumatera Utara. Medan



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis Parameter Uji Kimia

1. Analisis Kadar Protein (Metode *Kjeldahl*)

Prosedur analisis kadar protein dengan metode *Kjeldahl* (Ziqinium, 2010), adalah sebagai berikut :

- Timbang 1 g bahan yang telah dihaluskan, masukkan dalam labu *Kjeldahl*.
- Kemudian ditambahkan 7,5 g kalium sulfat dan 0,35 g raksa (II) oksida dan 15 ml asam sulfat pekat.
- Panaskan semua bahan dalam labu *Kjeldahl* dalam lemari asam sampai berhenti berasap dan teruskan pemanasan sampai mendidih dan cairan sudah menjadi jernih. Tambahkan pemanasan kurang lebih 30 menit, matikan pemanasan dan biarkan sampai dingin.
- Selanjutnya tambahkan 100 ml aquadest dalam labu *Kjeldahl* yang didinginkan dalam air es dan beberapa lempeng Zn, tambahkan 15 ml larutan kalium sulfat 4% (dalam air) dan akhirnya tambahkan perlahan-lahan larutan natrium hidroksida 50% sebanyak 50 ml yang telah didinginkan dalam lemari es.
- Pasanglah labu *Kjeldahl* dengan segera pada alat destilasi. Panaskan labu *Kjeldahl* perlahan-lahan sampai dua lapis cairan tercampur, kemudian panaskan dengan cepat sampai mendidih.
- Destilasi ditampung dalam Erlenmeyer yang telah diisi dengan larutan baku asam klorida 0,1N sebanyak 50 ml dan indikator merah metil 0,1% b/v (dalam etanol 95%) sebanyak 5 tetes, ujung pipa kaca destilator dipastikan masuk ke dalam larutan asam klorida 0,1N.
- Proses destilasi selesai jika destilat yang ditampung lebih kurang 75 ml. Sisa larutan asam klorida 0,1N yang tidak bereaksi dengan destilat dititrasi

dengan larutan baku natrium hidroksida 0,1N. Titik akhir titrasi tercapai jika terjadi perubahan warna larutan dari merah menjadi kuning. Lakukan titrasi blanko.

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

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

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

2. Analisis Kadar Lemak (Metode Soxhlet)

Prosedur kerja metode *soxhlet* menurut Nurkania (2010), sebagai berikut:

- Ditimbang ± 5 gram contoh kering dalam selongsong kertas saring (hulls).
- Hulls dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 1 jam.
- Hulls dimasukkan ke dalam alat *soxhlet*.
- Alat *soxhlet* dihubungkan dengan labu lemak yang diisi batu didih yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya.
- Dimasukkan heksan sampai $\frac{1}{2}$ volume labu lemak.
- Dimasukkan kembali heksan hingga $\frac{1}{2}$ tinggi pipa kapiler.
- Diekstraksi $\pm 1 \frac{1}{2}$ - 2 jam (sampai kuning).
- Heksan disulingkan kembali, lalu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C .
- Didinginkan dalam desikator dan ditimbang.
- Pengeringan, pendinginan dan penimbangan dilakukan berulang-ulang hingga didapatkan bobot tetap.
- Perhitungan kadar lemak menggunakan rumus:

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

3. Analisis Kadar Air (Metode Pengeringan/*Thermogravimetri*)

Perlakuan yang dilakukan dalam penentuan kadar air ini yaitu :

- Dikeringkan botol timbang bersih dalam oven bersuhu 105°C selama semalam dengan tutup ½ terbuka
- Dimasukkan dalam desikator selama 15-30 menit dan timbang beratnya
- Ditimbang sampel sebanyak 2 gram dan masukkan dalam botol timbang
- Dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C diamati setiap 2 jam sampai berat konstan
- Didinginkan dalam desikator selama 15-30 menit
- Ditimbang berat botol timbang dan sampel
- Dihitung kadar airnya menggunakan rumus:

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

4. Analisis Kadar Abu (Metode Kering)

Prosedur penentuan kadar abu adalah sebagai berikut :

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

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

5. Analisis Karbohidrat (Metode *By Difference*)

Perhitungan kadar karbohidrat dilakukan menggunakan metode *by difference* yaitu pengurangan 100% dengan jumlah dari hasil empat komponen yaitu kadar air, protein, lemak dan abu. Perhitungannya sebagai berikut (AOAC, 2005) :

$$\% \text{ karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ air} + \% \text{ lemak} + \% \text{ protein} + \% \text{ abu})$$

6. Analisis Kadar Pati (Metode Hidrolisis Asam)

Prosedur penentuan kadar pati dengan metode hidrolisis asam (*Direct Acid Hydrolysis*) (AOAC, 1995), adalah sebagai berikut :

- Sebanyak 0,5 gram yang telah bebas lemak dan gula-gula sederhana dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer.
- Ditambahkan 25 ml akuades dan 5 ml HCl 25%
- Erlenmeyer ditutup dengan pendingin baik dan dipanaskan di atas penangas air yang mendidih selama 2,5 jam.
- Setelah dingin larutan yang terbentuk dinetralkan dengan NaOH 25%, disaring dan ditempatkan volumenya hingga 100 ml.
- Penentuan kadar pati dinyatakan sebagai glukosa pada filtrat. Total glukosa dianalisis dengan menggunakan metode DNS
- Sampel yang telah dihidrolisis dengan asam, dinetralkan, disaring dan ditepatkan hingga volume 100 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
- Diambahkan 2 ml pereaksi DNS.
- Dipanaskan dalam waterbath suhu air mendidih selama 10 menit lalu didinginkan pada suhu ruang.
- Sampel kemudian di encerkan dengan penambahan 10 ml akuades sebagai blanko.
- Kurva standar dibuat menggunakan larutan glukosa standar dengan larutan glukosa 5000 ppm sebagai larutan induk.

- Kadar pati dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

Kadar pati = kadar glukosa x faktor 0,9

- Kadar glukosa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Pati} = \frac{A}{S} \times \frac{FP}{W} \times 100 \times 0,9$$

Keterangan :

A : absorbansi sampel

S : slope/kemiringan kurva

FP : faktor pengenceran

W : berat sampel (gram)

7. Analisis Kadar Amilosa (Metode Iodometri)

Prosedur penentuan kadar amilosa dengan metode Iodometri (Santika dan Rozakurniati, 2010), adalah sebagai berikut :

- Sampel sebanyak 100 mg ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur berukuran 100 ml.
- Ditambahkan 1ml larutan etanol 95% dan 9 ml natrium hidroksida 1N.
- Larutan dipanaskan dalam pemanas air selama 10 menit.
- Setelah dikeluarkan dari pemanas air, larutan dibiarkan pada suhu kamar selama 1 jam, kemudian diencerkan dengan air destilasi sampai larutan menjadi 100ml.
- 5 ml larutan tersebut dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur yang telah berisi 80ml air destilasi.
- Ditambahkan 1 ml asam asetat 1N dan 2 ml larutan iodin 20%, lalu diencerkan dengan air destilasi sampai menjadi 100 ml. Kemudian dikocok dan dibiarkan selama 20 menit sebelum diperiksa absorbansi dengan menggunakan alat spectronik 20 dengan panjang gelombang 620nm.
- Dihitung kadar amilosa diperoleh dari kurva standar yang dibuat setiap kali analisis dilakukan.

8. Analisis Kadar Amilopektin (Metode Iodometri)

Prosedur penentuan kadar amilopektin dengan metode iodometri (Santika dan Rozakurniati, 2010), adalah sebagai berikut :

- Sampel sebanyak 100 mg ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur berukuran 100 ml.
- Ditambahkan 1ml larutan etanol 95% dan 9 ml natrium hidroksida 1N.
- Larutan dipanaskan dalam pemanas air selama 10 menit.
- Setelah dikeluarkan dari pemanas air, larutan dibiarkan pada suhu kamar selama 1 jam, kemudian diencerkan dengan air destilasi sampai larutan menjadi 100ml.
- 5 ml larutan tersebut dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur yang telah berisi 80ml air destilasi.
- Ditambahkan 1 ml asam asetat 1N dan 2 ml larutan iodin 20%, lalu diencerkan dengan air destilasi sampai menjadi 100 ml. Kemudian dikocok dan dibiarkan selama 20 menit sebelum diperiksa absorbansi dengan menggunakan alat spectronik 20 dengan panjang gelombang 620nm.
- Dihitung kadar amilosa diperoleh dari kurva standar yang dibuat setiap kali analisis dilakukan.

9. Analisis Kecerahan (Metode Color Reader)

Prosedur penentuan kecerahan/warna dengan *color reader* (Room, 2004), adalah sebagai berikut :

- Dua ratus gram sampel dimasukkan ke dalam kuvet, kemudian *color reader* dihidupkan.
- Ditentukan L^* , a^* , b^* yang selanjutnya diukur warnanya.

Keterangan :

L^* : warna cerah (0-100)

a^* : warna jingga sampai merah (-100 sampai +100)

b* : warna kuning



Lampiran 2. Data Hasil Analisis Sidik Ragam Uji Kimia

1. Kadar Protein

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	11.8	12.04	12.19	36.03	12.01
A	9.42	9.41	9.51	28.34	9.45
B	8.81	8.71	8.47	25.99	8.66
C	8.29	8.93	9.43	26.65	8.88

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	21.395	7.132	71.530	4.07	7.59
Galat	8	0.798	0.099			
Total	11	22.192				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan		B	C	A	K	BNT 1%
	Rerata	8.66	8.88	9.45	12.01	
B	8.66	0	0.22	0.79	3.35	0.11
C	8.88		0	0.57	3.13	
A	9.45			0	2.56	
K	12.01				0	
Notasi		b	a	a	a	

2. Kadar Lemak

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	0.99	1.09	1.12	3.2	1.07
A	0.57	0.45	0.52	1.54	0.51
B	0.97	0.5	1	2.47	0.82
C	0.79	0.37	1.16	2.32	0.77

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	0.463	0.154	2.54	4.07	7.59
Galat	8	0.486	0.061			
Total	11	0.949				

3. Kadar Air

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	8.46	9.67	10.09	28.22	9.41
A	8.82	8.08	7.06	23.96	7.99
B	9.41	11.51	14.55	35.47	11.82
C	15.07	12.97	12.7	40.74	13.58

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	55.773	18.591	7.543	4.07	7.59
Galat	8	19.718	2.465			
Total	11	75.491				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	A	K	B	C	BNT 1%
	7.99	7.99	9.41	11.82	13.58	
A	7.99	0	1.42	3.83	5.59	
K	9.41		0	2.41	4.17	
B	11.82			0	1.76	
C	13.58				0	
Notasi		a	a	ab	b	

4. Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	2.76	2.84	2.85	8.45	2.82
A	1.27	1.29	1.32	3.88	1.29
B	1.08	1.14	1.12	3.34	1.11
C	1.12	1.21	1.21	3.54	1.18

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	5.96	1.99	795.026	4.07	7.59
Galat	8	0.01	0.00			
Total	11	5.97				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	B	C	A	K	BNT 1%
	1.11	1.11	1.18	1.29	2.82	
B	1.11	0	0.07	0.18	1.71	
C	1.18		0	0.11	1.64	
A	1.29			0	1.53	
K	2.82				0	
Notasi		a	a	b	c	

5. Kadar Karbohidrat

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	75.99	74.36	73.75	224.1	74.7
A	79.92	80.77	81.59	242.28	80.76
B	79.73	78.14	74.86	232.73	77.58
C	74.73	76.52	75.5	226.75	75.58

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	65.01	21.67	9.62	4.07	7.59
Galat	8	18.02	2.25			
Total	11	83.03				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	K	C	B	A	BNT 1%
		224.1	226.75	232.73	242.28	
K	224.1	0	2.65	8.63	18.18	0.11
C	226.75		0	5.98	15.53	
B	232.73			0	9.55	
A	242.28				0	
Notasi		a	a	ab	b	

6. Kadar Pati

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	20.4	18.52	2.06	40.98	13.66
A	34.83	40.75	38.43	114.01	38.00
B	34.22	33.65	33.01	100.88	33.63
C	36.75	33.51	31.15	101.41	33.80

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	Db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	1075.38	358.46	12.05	4.07	7.59
Galat	8	237.95	29.74			
Total	11	596.41				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	K	B	C	A	BNT 1%
		13.66	33.63	33.80	38.00	
K	13.66	0	19.97	20.14	24.34	0.11
B	33.63		0	0.17	4.37	
C	33.80			0	4.2	
A	38.00				0	
Notasi		a	b	b	b	

7. Kadar Amilosa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	2.22	1.93	1.88	6.03	2.01
A	6.48	5.13	6.16	17.77	5.92
B	6.18	6.63	6.81	19.62	6.54
C	6.67	6.99	7.01	20.67	6.89

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	48.82	15.27	90.76	4.07	7.59
Galat	8	1.35	0.17			
Total	11	50.17				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	K	A	B	C	BNT 1%
		2.01	5.92	6.54	6.89	
K	2.01	0	3.91	4.53	4.88	0.11
A	5.92		0	0.62	0.97	
B	6.54			0	0.35	
C	6.89				0	
Notasi		a	b	b	b	

8. Kadar Amilopektin

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	18.18	16.59	19.18	53.95	17.98
A	28.35	35.62	32.37	96.34	32.11
B	28.04	27.02	26.2	81.26	27.09
C	30.08	26.52	24.14	80.74	26.91

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	310.96	103.65	16.75	4.07	7.59
Galat	8	49.51	6.19			
Total	11	360.47				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	K	C	B	A	BNT 1%
		17.98	26.91	27.09	32.11	
K	17.98	0	14.13	9.11	8.93	0.11
C	26.91		0	0.18	5.2	
B	27.09			0	5.02	
A	32.11				0	
Notasi		a	b	b	b	

9. Tingkat Warna

- Tingkat kecerahan (L^*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	60	61.1	63.4	184.5	61.50
A	58.6	59.9	61.8	180.3	60.10
B	60.4	61.4	60.5	182.3	60.77
C	62.4	60.7	61.2	184.3	61.43

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	Db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	3.88	1.29	0.78	4.07	7.59
Galat	8	13.33	1.67			
Total	11	17.21				

- Tingkat kemerahan (a^*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	-0.8	-0.4	-0.8	-2	-0.67
A	-0.6	-0.7	-0.9	-2.2	-0.73
B	-0.6	-0.8	-0.5	-1.9	-0.63
C	-0.8	-0.5	-0.6	-1.9	-0.63

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	Db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	0.02	0.007	0.216	4.07	7.59
Galat	8	0.25	0.031			
Total	11	0.27				

- Tingkat Kekuningan (b^*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
K	17.8	11.8	18.7	48.3	16.10
A	10.5	10.7	11.1	32.3	10.77
B	10.1	10.4	10.8	31.3	10.43
C	10.5	10.9	10.7	32.1	10.70

Tabel Analisis Sidik Ragam

SK	Db	JK	KT	F hit	F tab 5%	F tab 1%
Perlakuan	3	67.43	22.48	6.28	4.07	7.59
Galat	8	28.65	3.58			
Total	11	94.08				

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rerata	B	C	A	K	BNT 1%
		10.43	10.70	10.77	16.10	
B	10.43	0	0.27	0.34	5.67	0.11
C	10.70		0	0.07	5.4	
A	10.77			0	5.33	
K	16.10				0	
Notasi		a	a	a	b	



Lampiran 3. Gambar-gambar Kegiatan Penelitian

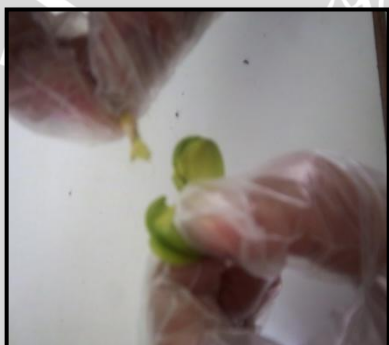
1. Buah utuh mangrove api-api



2. Pengupasan daging dari kulitnya



3. Penghilangan putik



4. Buah segar api-api



5. Penimbangan buah api-api



6. Pencucian buah dengan air sumur



7. Perendaman dengan air panas (1:2)



8. Setelah perendaman air panas



9. Perendaman dengan air sumur



10. Perebusan buah api-api



11. Buah setelah perbusan



12. Buah dimasukkan ke dalam *beaker glass*



13. Proses *autoclaving*



14. Didinginkan selama 1 jam dengan suhu ruang



15. Proses cooling selama 24 jam



16. Buah di letakkan pada loyang untuk proses pengovenan



17. Proses pengovenan



18. Buah api-ap



19. Proses penghalusan



20. Proses pengayakan



21. Tepung buah mangrove api-api

- Tepung buah mangrove api-api perlakuan 1 siklus *autoclaving-cooling*



➤ Tepung buah mangrove api-api perlakuan 3 siklus *autoclaving-cooling*



➤ Tepung buah mangrove api-api perlakuan 5 siklus *autoclaving-cooling*



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 4. Data Hasil Uji Proksimat Buah Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) Segar.



**LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN
(TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp/Fax. (0341) 573358
E-mail : labujipangan_ub@yahoo.com

**KEPADA : Heni Susanti
TO FPIK - UB
MALANG**

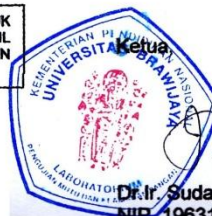
**LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS**

Nomor / Number : 2882/THP/LAB/2012
Nomor Analisis / Analysis Number : 2882
Tanggal penerbitan / Date of issue : 07 Februari 2012
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) of : Buah Mangrove
Untuk analisis / For analysis :
Keterangan contoh / Description of sample :
Diambil dari / Taken from :
Oleh / By :
Tanggal penerimaan contoh / Received : 19 Januari 2012
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 19 Januari 2012
Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

Parameter	A1 (<i>Avicennia, sp.</i>)	B1 (<i>Bruguiera, sp.</i>)
Protein (%)	4,28	2,33
Lemak (%)	2,03	1,51
Air (%)	62,33	58,24
Abu (%)	0,74	0,96
Karbohidrat (%)	30,62	36,96
Pati (%)	11,10	20,72
Amilosa (%)	0,91	0,40
Amilopektin (%)	10,19	20,32

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
TANDING BARANG



Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.Sc.
NIP. 19631216 198803 1 002



Lampiran 5. Data Hasil Uji proksimat, pati, amilosa, amilopektin dan kecerahan tepung buah mangrove api-api (*Avicennia marina*).



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN
(TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp/Fax. (0341) 573358
 E-mail : labujipangan_ub@yahoo.com

KEPADA : Olyvia Febriyandini
TO FPIK - UB
MALANG

LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 2980/THP/LAB/2012
 Nomor Analisis / Analysis Number : 2980
 Tanggal penerbitan / Date of issue : 27 Maret 2012
 Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
 The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) : Tepung Mangrove (*Avicennia marina*)
 Untuk analisis / For analysis
 Keterangan contoh / Description of sample
 Diambil dari / Taken from
 Oleh / By
 Tanggal penerimaan contoh / Received : 13 Februari 2012
 Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 13 Februari 2012
 Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows

Kode	Protein %	Lemak %	Air %	Abu %	KH %	Pati %	Amilosa %	Amilopektin %
Kontrol	11,80	0,99	8,46	2,76	75,99	20,4	2,22	18,18
A1	9,42	0,57	8,82	1,27	79,92	34,83	6,48	28,35
A2	9,41	0,45	8,08	1,29	80,77	40,75	5,13	35,62
A3	9,51	0,52	7,06	1,32	81,59	38,43	6,16	32,27
B1	8,81	0,97	9,41	1,08	79,73	34,22	6,18	28,04
B2	8,71	0,50	11,51	1,14	78,14	33,65	6,63	27,02
B3	8,47	1,00	14,55	1,12	74,86	33,01	6,81	26,2
C1	8,29	0,79	15,07	1,12	74,73	36,75	6,67	30,08
C2	8,93	0,37	12,97	1,21	76,52	33,51	6,99	26,52
C3	9,43	1,16	12,7	1,21	75,50	31,15	7,01	24,14

Kode	Warna		
	L*	a*	b*
Kontrol	60,0	-0,8	17,8
A1	58,6	-0,6	10,5
A2	59,9	-0,7	10,7
A3	61,8	-0,9	11,1
B1	60,4	-0,6	10,1
B2	61,4	-0,8	10,4
B3	60,5	-0,5	10,8
C1	62,4	-0,8	10,5
C2	60,7	-0,5	10,9
C3	61,2	-0,6	10,7

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN TANDING BARANG



Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.Sc.
 NIP. 19631216 198803 1 002



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN
 (TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)
 JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
 FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp/Fax. (0341) 573358
 E-mail : labujipangan_ub@yahoo.com

KEPADA : Olyvia Febriyandini
 TO FPIK - UB
 MALANG

LAPORAN HASIL UJI
 REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 3038/THP/LAB/2012
 Nomor Analisis / Analysis Number : 3038
 Tanggal penerbitan / Date of issue : 19 April 2012

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
 The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) : Tepung Mangrove (Avicenia marina)
 Untuk analisis / For analysis :
 Keterangan contoh / Description of sample :
 Diambil dari / Taken from :
 Oleh / By :
 Tanggal penerimaan contoh / Received : 05 April 2012
 Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 09 April 2012

Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

Parameter	Kontrol B	Kontrol C
Protein (%)	12,04	12,19
Lemak (%)	1,09	1,12
Air (%)	9,67	10,09
Abu (%)	2,84	2,85
Karbohidrat (%)	74,36	73,75
Pati (%)	18,52	21,06
Amilosa (%)	1,93	1,88
Amilopektin (%)	16,59	19,18
Wama; L*	61,1	63,4
a*	(-) 0,4	(-) 0,8
b*	11,8	18,7

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
 CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
 CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
 TANDING BARANG



Dr. Ir. Sudaminto Setyo Yuwono, M.Sc.
 NIP. 19631216 198803 1 002

