

**APLIKASI PATI RESISTEN HASIL MODIFIKASI TEPUNG
PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca formatypica*)
SEBAGAI BAHAN BAKU COOKIES**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana pada
Politeknik Negeri Ujung Pandang

OLEH

ANDI ARIATMASANTI AKSAN

432 10 014

**TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR**

2014

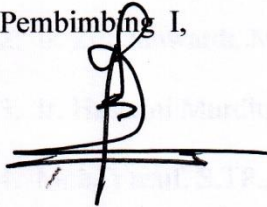
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul Aplikasi Pati Resisten Hasil Modifikasi Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Formatypica*) sebagai Bahan Baku Cookies oleh Andi Ariatmasanti Aksan, nomor induk mahasiswa 432 10 014 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2014

Mengesahkan,

Pembimbing I,



Ir. Irwan Sofia, M.Si.
NIP 19620810 199103 1 001

Pembimbing II,



Fajriyati Mas'ud, S.TP., M.Si.
NIP 19720628 200812 2 001

Mengetahui,

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Drs. Abdul Azis, M.T.
NIP 19630727 199003 1 002

PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, hari Rabu, tanggal 08 Oktober, Panitia Ujian Sidang Skripsi, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa: Andi Ariatmasanti Aksan nomor induk mahasiswa 432 10 014 dengan judul Aplikasi Pati Resisten Hasil Modifikasi Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Formatypica*) sebagai Bahan Baku *Cookies*.

Makassar, Oktober 2014

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----------|
| 1. Dra.Sri Indriyani, M.Si. | Ketua | (.....) |
| 2. Ir. Zulmanwardi, M.Si. | Sekretaris | (.....) - |
| 3. Ir. Hastami Murdiningsih, M.T. | Anggota | (.....) |
| 4. Muh. Yusuf, S.TP., M.Si. | Anggota | (.....) |
| 5. Ir. Irwan Sofia, M.Si. | Pembimbing I | (.....) |
| 6. Fajriyati Mas'ud, S.TP., M.Si. | Pembimbing II | (.....) |

ABSTRAK

***Clemensia Kaban “Aplikasi Pati Resisten Hasil Modifikasi Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) sebagai Bahan Baku Cookies”.
Dibawah bimbingan Ir. Irwan Sofia, M.Si. dan Fajriyati Mas’ud, S.TP., M.Si.***

Pisang kepok merupakan produk hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan cukup prospektif dalam pengembangan sumber pangan lokal karena ketersediannya yang tidak mengenal musim dan harganya yang terjangkau. Pisang memiliki kandungan pati sekitar 60%-73% (Abdillah, 2010). Pati dalam pisang dapat dimodifikasi dengan perlakuan kimia dan fisika, dengan fermentasi dan *autoclaving*, dengan tujuan untuk mengubah pati alami menjadi pati resisten dan menghasilkan tepung pisang. Tepung pisang dapat digunakan sebagai bahan substitusi pada pembuatan *cookies*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses modifikasi yang optimum pada pisang kepok menjadi tepung pati resisten untuk digunakan sebagai bahan substitusi terigu pada pembuatan *cookies*.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan tepung pisang modifikasi (TPM) secara fermentasi, dengan perlakuan waktu fermentasi yakni 8 jam, 10 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dan kombinasi fermentasi dan *autoclaving* pada suhu 121°C selama 15 menit untuk mengetahui waktu fermentasi terbaik untuk memperoleh kandungan pati resisten tertinggi yang selanjutnya digunakan pada pembuatan *cookies* dengan memvariasikan terigu dengan TPM yakni (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100)%. Parameter yang diuji pada produk yang dihasilkan adalah kadar air, aktivitas air (*aw*), kadar karbohidrat, kadar protein, kadar abu, kadar serat kasar, dan kadar lemak. Selain itu, dilakukan uji organoleptik terhadap warna, aroma, rasa, kerenyahan, dan tekstur (di mulut).

Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan pati resisten tertinggi adalah kombinasi fermentasi selama 24 jam dan *autoclaving* dengan jumlah pati resisten 18,68%, dan produk *cookies* terbaik berdasarkan uji organoleptik adalah perbandingan 75% tepung terigu dengan 25% TPM. Kualitas yang dihasilkan dari *cookies* terbaik (75:25) adalah kadar air 4,91%, aktivitas air (*aw*) 0,464, kadar karbohidrat 52,87%, kadar protein 21,88%, kadar abu 0,72%, kadar serat kasar 2,68%, dan kadar lemak 18,62%. Tepung pisang modifikasi dapat digunakan sebagai substitusi dalam pembuatan *cookies*. Memenuhi standar SNI Cookies (SNI 01-2973-1992).

Kata kunci: Pisang, fermentasi, *autoclaving*, pati resisten, *cookies*

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur yang tak henti-hentinya penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat-Nya yang telah memberikan kekuatan, keteguhan, kesabaran dan keikhlasan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini walaupun dengan segala keterbatasan yang dimiliki oleh penulis.

Penulisan skripsi ini dikerjakan demi memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah tujuan dari belajar karena belajar adalah sesuatu yang tidak terbatas. terselesaikannya skripsi ini tentunya tak lepas dari dorongan dan uluran tangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tak salah kiranya bila penulis mengungkapkan rasa terima kasih dan penghargaan kepada:

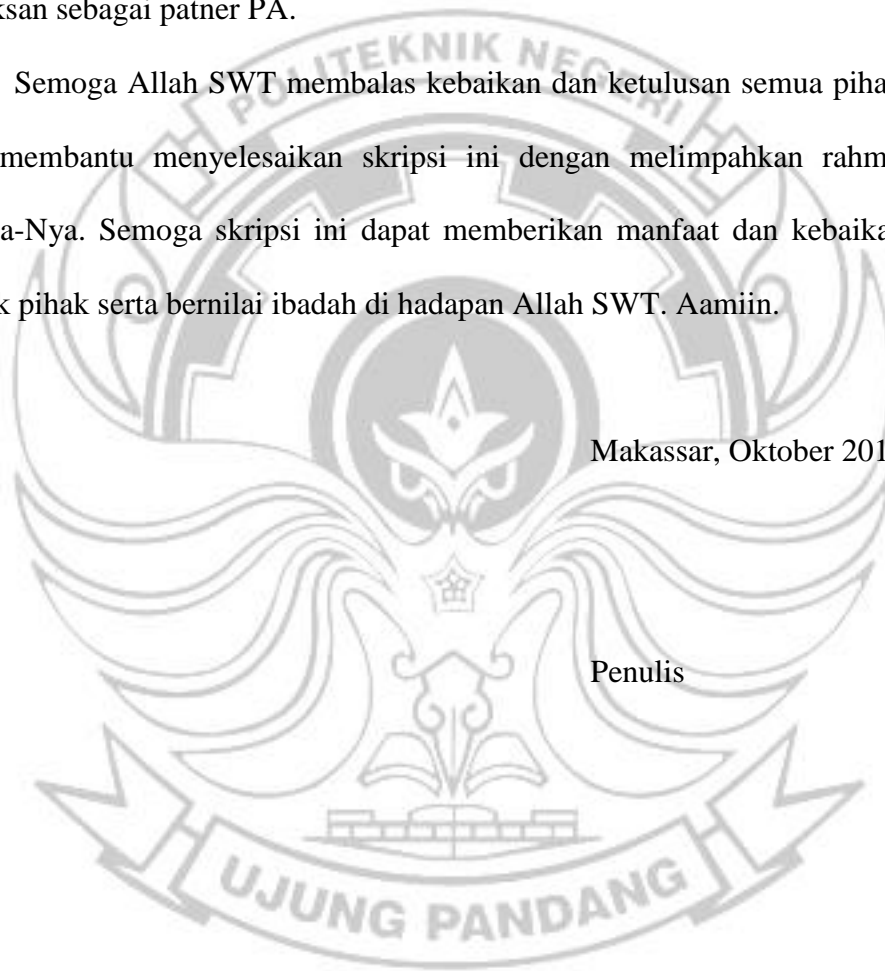
1. Bapak Dr. Ir. Hamzah Yusuf, M.S. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Drs. Abdul Azis, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak Ir. Irwan Sofia, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Kimia Industri sekaligus dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan curahan ilmu, petunjuk dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Fajriyati Mas'ud, S.TP., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan curahan ilmu, petunjuk dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Ibu Dosen, Teknisi dan Analis Teknik Kimia, khususnya ibu Puspita Djafar yang senantiasa memberikan waktunya demi kelancaran penelitian ini.
6. Orang tua serta Saudara terkasih, yang selalu mencurahkan kasih sayangnya, perhatian, waktu, dan dukungannya kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2010, khususnya Andi Ariatmasanti Aksan sebagai patner PA.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini dengan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak pihak serta bernilai ibadah di hadapan Allah SWT. Aamiin.

Makassar, Oktober 2014

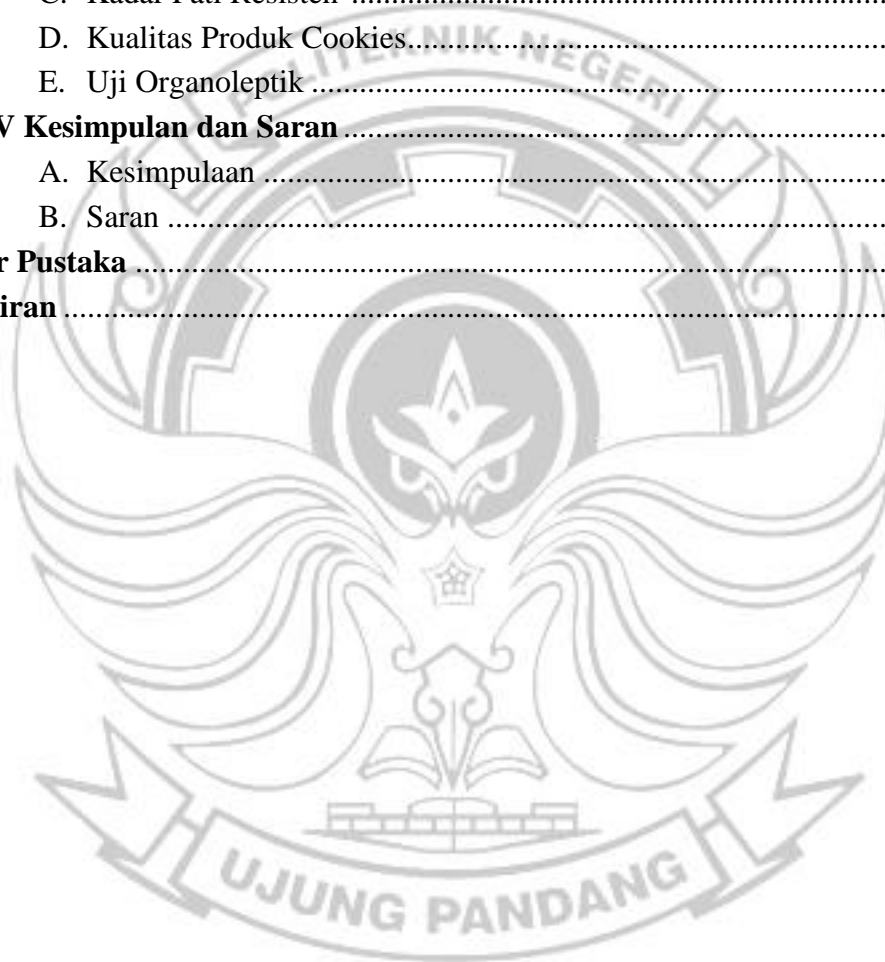
Penulis



DAFTAR ISI

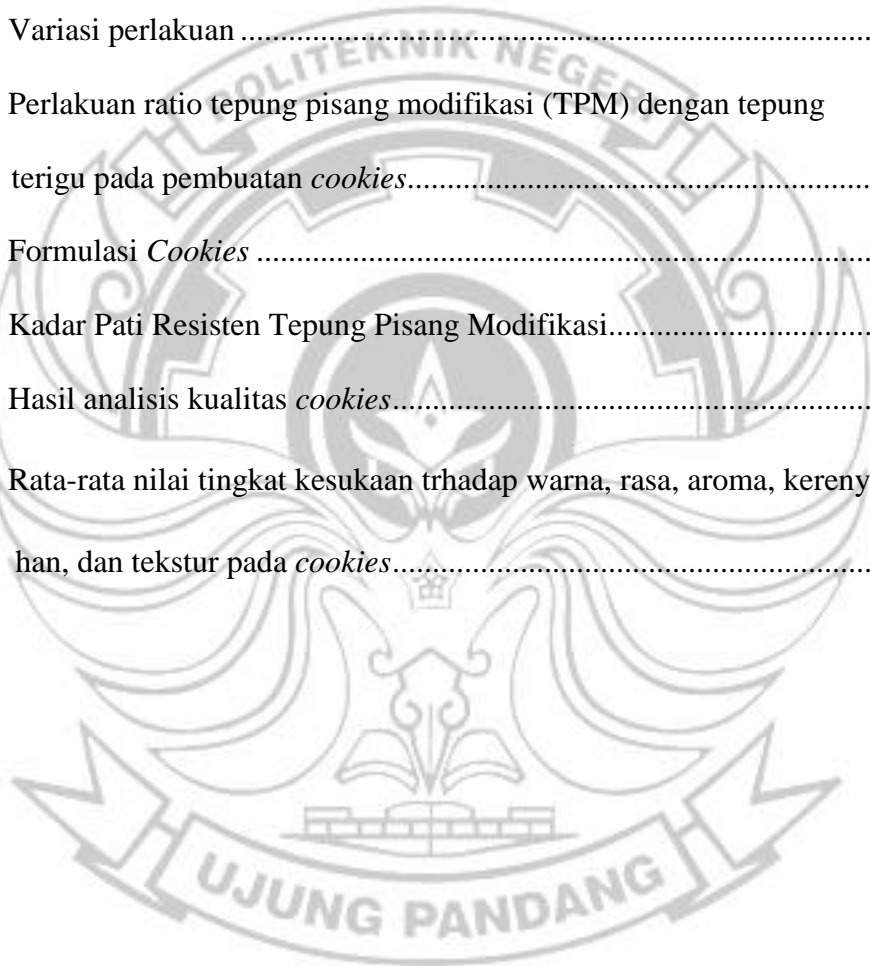
	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Persetujuan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xii
BAB I Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II Tinjauan Pustaka	4
A. Pisang	4
B. Tepung Pisang Kepok	6
C. Pati Modifikasi	9
D. Modifikasi Pati	12
1. Modifikasi Pati dengan Fermentasi	12
2. Modifikasi Pati Secara Fisik	13
E. Pati Resisten	16
1. Klasifikasi pati resisten	17
2. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Pati Resisten	18
3. Pangan Fungsional	20
F. Cookies	22
BAB III Metode Penelitian	26
A. Tempat dan Waktu Penelitian	26
B. Alat dan Bahan Penelitian	26
C. Prosedur Penelitian	26
1. Penelitian Tahap 1	27
2. Penelitian Tahap 2	30
D. Analisa Produk	33
1. Kadar pati resisten	33
2. Kadar Karbohidrat	33
3. Kadar Air	34

4. Kadar Abu	34
5. Kadar Protein	35
6. Serat Kasar	36
7. Analisa Kadar Lemak.....	37
8. Uji organoleptik	38
BAB IV Hasil dan Pembahasan	39
A. Pembuatan Tepung Pisang.....	39
B. Pembuatan Tepung Pisang Modifikasi (TPM)	39
C. Kadar Pati Resisten	40
D. Kualitas Produk Cookies.....	44
E. Uji Organoleptik	48
BAB V Kesimpulan dan Saran	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran	55
Daftar Pustaka	56
Lampiran	58



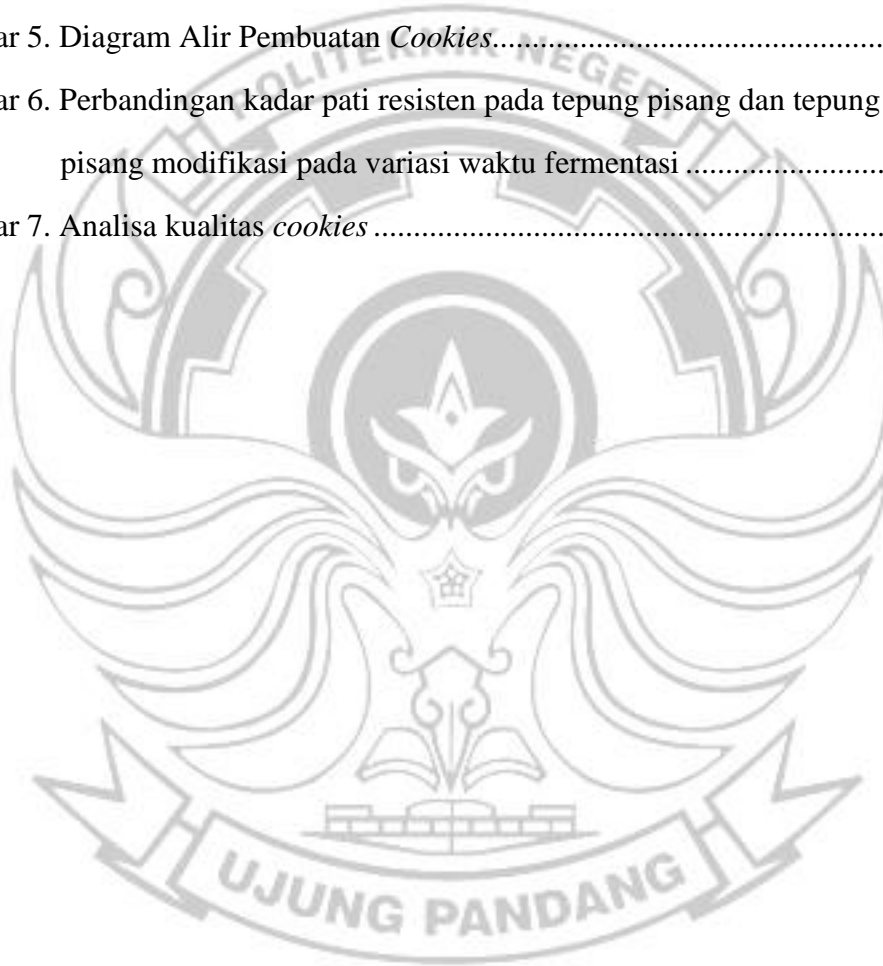
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan nilai gizi beberapa varietas pisang.....	6
Tabel 2. Syarat mutu tepung pisang (SNI 01-3841-1995).....	8
Tabel 3. Syarat mutu <i>cookies</i> (SNI-01-2973-1992).....	23
Tabel 4. Variasi perlakuan	27
Tabel 5. Perlakuan ratio tepung pisang modifikasi (TPM) dengan tepung terigu pada pembuatan <i>cookies</i>	30
Tabel 6. Formulasi <i>Cookies</i>	31
Tabel 7. Kadar Pati Resisten Tepung Pisang Modifikasi.....	41
Tabel 8. Hasil analisis kualitas <i>cookies</i>	44
Tabel 9. Rata-rata nilai tingkat kesukaan terhadap warna, rasa, aroma, kerenyahan, dan tekstur pada <i>cookies</i>	49



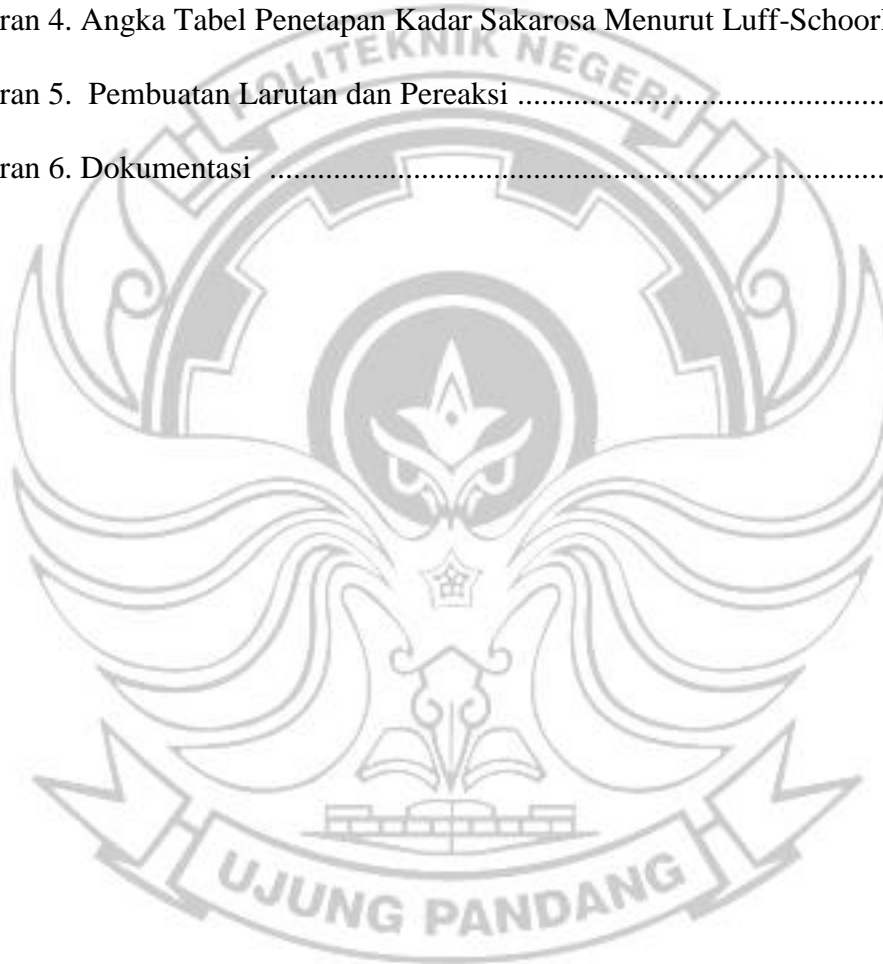
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pisang Kepok	4
Gambar 2 . Aneka cookies	23
Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Tepung Kontrol.....	28
Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Tepung Pisang Modifikasi	29
Gambar 5. Diagram Alir Pembuatan <i>Cookies</i>	32
Gambar 6. Perbandingan kadar pati resisten pada tepung pisang dan tepung pisang modifikasi pada variasi waktu fermentasi	41
Gambar 7. Analisa kualitas <i>cookies</i>	45



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Analisa Pati Resisten	58
Lampiran 2. Data Hasil Analisa Produk <i>Cookies</i>	60
Lampiran 3. Uji Hedonik	64
Lampiran 4. Angka Tabel Penetapan Kadar Sakarosa Menurut Luff-Schoorl...	84
Lampiran 5. Pembuatan Larutan dan Preaksi	85
Lampiran 6. Dokumentasi	88



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pisang kepok merupakan produk hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi dan cukup prospektif dalam pengembangan sumber pangan lokal karena ketersediannya yang tidak mengenal musim dan harganya yang terjangkau oleh semua lapisan masyarakat. Pisang kepok memiliki kandungan gizi yang tinggi, kaya mineral, kalium, magnesium, fosfor, besi, dan kalsium serta mengandung inulin sekitar 3% yang berfungsi sebagai prebiotik alami. Selain kandungan tersebut, pisang kepok juga mengandung pati.

Pati merupakan biopolimer yang cukup mudah ditemukan, ekonomis, dapat diperbaharui, dan berperan sebagai sumber kalori. Pati dapat diperoleh secara alami dari tanaman atau bahan pangan. Pisang memiliki kandungan pati sekitar 60%-73% (Abdillah, 2010). Pati dalam pisang dapat dimodifikasi menjadi pati resisten. Pati resisten merupakan jenis pati yang tidak tercerna (*resisten*) dalam saluran sistem pencernaan manusia dan dikelompokkan kedalam serat pangan (*dietary fiber*), (AACC, 2001). Kelebihan pati resisten dibandingkan serat pangan lain yaitu memiliki sifat prebiotik.

Prebiotik merupakan bahan yang tidak dapat dicerna, memiliki efek menguntungkan terhadap inang dengan menstimulir pertumbuhan secara selektif terhadap aktivitas bakteri dalam usus dalam jumlah terbatas (*Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*) sehingga meningkatkan kesehatan inang (Gibson, 2010). Pangan

yang memiliki efek prebiotik digolongkan ke dalam pangan fungsional, sehingga pisang kepok sangat berpotensi diolah menjadi pangan fungsional.

Pati dalam pisang dapat dimodifikasi dengan perlakuan kimia dan fisika pada pati alami untuk memperoleh pati resisten. Perlakuan kimia dan fisik yaitu dengan fermentasi dan *autoclaving*.

Pisang diolah dengan proses kimia dan fisik bertujuan untuk mengubah pati alami menjadi pati resisten dan menghasilkan tepung pisang. Tepung pisang merupakan produk antara yang dapat memperpanjang umur simpan pisang tanpa mengurangi nilai gizinya sehingga pemanfaatannya dapat ditingkatkan, salah satunya sebagai bahan pembuatan *cookies*.

Melihat keunggulan dan potensi pisang kepok tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi pisang kepok menjadi tepung pati resisten. Tepung pisang dengan kandungan pati resisten tertinggi selanjutnya digunakan sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan *cookies*. Proses substitusi ini menghasilkan formulasi *cookies* yang paling diminati panelis berdasarkan hasil uji organoleptik menggunakan skala hedonik dan dibandingkan dengan standar SNI *cookies* berdasarkan hasil analisa.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa lama waktu fermentasi yang dibutuhkan dalam proses modifikasi tepung pisang kepok untuk memperoleh pati resisten tertinggi?
2. Berapa rasio tepung pisang kepok termodifikasi dengan terigu untuk menghasilkan *cookies* yang paling diminati panelis ?

3. Bagaimana kualitas dari produk *cookies* yang berbahan baku tepung pisang kepek termodifikasi?

C. Tujuan Penelitian

1. Memperoleh waktu fermentasi terbaik dalam proses modifikasi tepung pisang kepek untuk memperoleh pati resisten yang tinggi.
2. Memperoleh rasio tepung pisang kepek termodifikasi dengan terigu yang terbaik dalam proses pembuatan *cookies*.
3. Mengetahui kualitas dari produk *cookies* yang berbahan baku tepung pisang kepek termodifikasi.

D. Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan produk *cookies* dengan kualitas yang bahan dengan penambahan tepung pisang kepek termodifikasi.
2. Meningkatkan taraf kesehatan masyarakat. Produk *cookies* berbahan baku tepung pisang kepek termodifikasi bermanfaat sebagai pangan fungsional.
3. Mengurangi penggunaan tepung terigu dalam berbagai olahan pangan, sehingga dapat mengurangi impor biji gandum/terigu.
4. Memberi informasi terbaru untuk perkembangan ilmu teknologi pangan tentang metode proses pembuatan pati resisten dari tepung pisang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pisang

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu produk hortikultura Indonesia yang mempunyai nilai ekonomi tinggi karena ketersediaannya yang tidak mengenal musim serta harganya terjangkau oleh berbagai lapisan masyarakat. Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan dari famili Musaceae. Beberapa jenisnya (*Musa acuminata*, *M. balbisiana*, dan *M. paradisiaca*) menghasilkan buah konsumsi yang dinamakan sama. Buah ini tersusun dalam tandan dengan kelompok-kelompok tersusun menjari, yang disebut sisir (Munadjim, 1983).



Sumber: Anonim 2012

Gambar 1. Pisang Kepok

Berdasarkan cara penggunaannya, buah pisang digolongkan kedalam dua golongan, yaitu banana dan plantain. Banana adalah golongan pisang yang dimakan dalam bentuk segar setelah buahnya matang, contohnya antara lain pisang ambon, pisang raja sereh, pisang raja bulu, pisang susu, pisang seribu, dan lain-lain. Plantain adalah golongan pisang yang dimakan setelah diolah terlebih

dahulu, contohnya antara lain pisang uli, pisang kepok, pisang siam, pisang kapas, pisang rotan, pisang tanduk, dan lain-lain.

Komponen utama buah pisang adalah air dan karbohidrat dengan nilai energi pisang sekitar 136 kalori yang secara keseluruhan berasal dari karbohidrat (Munadjim, 1983). Pisang termasuk buah-buahan yang mudah dicerna dengan daya cerna 54-80%. Pisang merupakan komoditas pertanian yang mengandung karbohidrat siap cerna (sekitar 30% dari bagian yang dapat dimakan). Pisang banyak mengandung komponen karbohidrat terutama pati sehingga pisang juga sering ditepungkan atau diambil patinya.

Pisang mempunyai kandungan gizi yang sangat baik, antara lain menyediakan energi yang cukup tinggi dibandingkan dengan buah-buahan lain. Pisang kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, besi, dan kalsium (Munadjim, 1983). Kandungan inulin (sekitar 3%) yang terdapat pada pisang juga berperan sebagai prebiotik alami. Selain inulin, pisang juga memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu sekitar 60%-73% untuk jenis pisang kepok, siam, uli dan tanduk (Abdillah, 2010). Kandungan pati yang tinggi pada pisang berpotensi untuk dimodifikasi yang juga memiliki sifat prebiotik.

Pisang memiliki rasa yang sangat enak, dapat mengenyangkan, sumber pro-vitamin A, mengandung vitamin C sekitar 20 mg/100g bobot segar, dan vitamin B dalam jumlah sedang. Daging pisang mengandung dopamine dan vitamin C dalam jumlah tinggi. Selain vitamin, daging buah pisang mengandung abu sebanyak 0.70-0.75% dari berat daging buah. Abu pada pisang mengandung unsur mineral fosfor sebanyak 290 ppm, kalsium 80 ppm dan besi 60 ppm.

Komposisi kimia buah pisang bervariasi tergantung pada varietasnya. Tingkat kematangan buah pisang juga mempengaruhi komposisi kimia daging buah seperti kadar pati, gula reduksi dan sukrosa, serta suhu gelatinisasi (Munadjim, 1983)

Tabel 1. Kandungan nilai gizi beberapa varietas pisang (per 100 gr)

Zat Gizi	Ambon	Nangka	Kepok	Raja Sereh	Siam
Energi (Kal)	92	121	115	108	268
Protein (g)	1,0	1,0	1,2	1,3	4,3
Lemak (g)	0,3	0,1	0,4	0,3	12,6
Karbohidrat (g)	24,0	28,9	26,8	28,2	58,1
Kalsium (mg)	20	9	11	16	20,4
Fosfor (mg)	42	37	43	38	44,2
Besi (mg)	0,5	0,9	1,2	0,1	1,6
Vitamin A (RE)	0	0	0	0	17
Vitamin B (mg)	0,05	0,13	0,10	0,02	20,4
Vitamin C (mg)	3,0	13,4	2,0	2	0,01
Air (g)	73,8	68,9	70,7	69,3	62,0
Bagian yang dapat dimakan (%)	70	72	62	86	75

Sumber: Depkes RI, (2008)

B. Tepung Pisang Kepok

Pisang kepok tergolong komoditi yang mudah rusak. Salah satu solusi untuk meningkatkan masa simpannya adalah dengan mengolahnya menjadi bentuk tepung yang dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai jenis olahan pangan. Tepung pisang mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan buah segar, diantaranya dapat disimpan lebih lama dan lebih mudah

disuplementasi dengan zat gizi sehingga cocok sebagai makanan bayi atau diolah menjadi *cookies*, biskuit ataupun kue-kue lainnya.

Tepung pisang merupakan produk antara yang cukup prospektif dalam pengembangan sumber pangan lokal. Buah pisang cukup sesuai untuk diproses menjadi tepung mengingat bahwa komponen utama penyusunannya adalah karbohidrat (17.2%–38.0%). Berdasarkan kandungan nutrisi, buah pisang dibandingkan sayuran hijau memiliki kandungan zat besi yang paling kaya dan juga mengandung nutrisi lainnya.

Manfaat pengolahan pisang menjadi tepung antara lain yaitu lebih tahan disimpan, lebih mudah dalam pengemasan dan pengangkutan, lebih praktis untuk diversifikasi produk olahan, mampu memberikan nilai tambah buah pisang, mampu meningkatkan nilai gizi buah melalui proses fortifikasi selama pengolahan, dan menciptakan peluang usaha untuk pengembangan agroindustri di pedesaan.

SNI 01-3841-1995 (Tabel 2) menggolongkan tepung pisang dalam jenis A dan jenis B, jenis A diperoleh dari penepungan pisang yang sudah matang melalui proses pengeringan dengan menggunakan mesin pengering, sedangkan jenis B diperoleh dari penepungan pisang yang sudah tua, tetapi belum matang melalui proses pengeringan.

Tabel 2. Syarat mutu tepung pisang (SNI 01-3841-1995)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Jenis A	Jenis B
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	Normal	Normal
1.3	Warna	-	Normal	Normal
2	Benda asing	-	Tidak ada	Tidak ada
3	Serangga (dalam bentuk stadia dan potongan-potongan)	-	Tidak ada	Tidak ada
4	Pati lain	-	Tidak ada	Tidak ada
5	Kehalusan lolos ayakan 60 mesh	%b/b	Min.95	Min.95
6	Air	%b/b	Maks.5	Maks.12
7	Bahan tambahan makanan	-	SNI 01-0222-1987	
8	Sulfit (SO ₂)	mg/kg	Negatif	Maks.10
9	Cemaran logam			
9.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks.1.0	Maks.1.0
9.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 10.0	Maks.10.0
9.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40.0	Maks. 40.0
9.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0.05	Maks. 0.05
10	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0.5	Maks. 0.5
11	Cemaran mikroba			
11.1	Angka lempeng total	kol/g	Maks.10 ⁴	Maks. 10 ⁵
11.2	Bakteri pembentuk coli	APM/g	0	0
11.3	<i>E. coli</i>	kol/g	0	Maks. 10 ⁵
11.4	Kapang dan khamir	kol/g	Maks. 10 ²	Maks. 10 ⁴
11.5	<i>Salmonella</i> /25 gr	-	Negatif	-
11.6	<i>Staphylococcus aureus</i>	kol/g	Negatif	-

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2009.

Menurut Crowther (2009), bahan baku yang baik untuk pembuatan tepung adalah pisang yang cukup tua tetapi belum matang atau mengkal yaitu kira-kira berumur 80 hari setelah berbunga. Hal tersebut karena pada kondisi tersebut pembentukan pati telah mencapai maksimum dan sebagian lainnya telah terurai menjadi ester aromatik dan fenol sehingga dihasilkan rasa asam yang lebih rendah, sedangkan kandungan gula akan meningkat, serta selama proses pengeringan akan terbentuk cairan. Jika pisang terlalu muda, maka tepung pisang yang dihasilkan memiliki rasa sedikit pahit dan sepat karena kandungan taninnya yang relatif tinggi, sementara kandungan patinya masih terlalu rendah. Proses

pembuatan tepung pisang meliputi tahap pengirisan menjadi bentuk chips, pengeringan hingga kadar air 12%, penghalusan dan pengayakan 80 mesh.

C. Pati Modifikasi

Pati merupakan jenis karbohidrat yang terutama dihasilkan oleh tanaman. Pati tersusun dari dua makromolekul polisakarida, yaitu amilosa dan amilopektin, yang keduanya tersimpan dalam bentuk butiran yang disebut granula pati. Amilosa tersusun dari molekul-molekul glukosa yang diikat dengan ikatan glikosidik α -1,4 yang membentuk struktur linear, sedangkan amilopektin di samping disusun oleh struktur utama linear juga memiliki struktur yang bercabang-cabang, dimana titik-titik percabangannya diikat dengan ikatan glikosidik α -1,6.

Amilopektin memiliki struktur molekul yang lebih besar dibanding amilosa dan umumnya kandungannya di dalam granula pati lebih banyak dibanding amilosa. Kandungan amilosa dan amilopektin dan struktur granula pati berbeda-beda pada berbagai jenis sumber pati menyebabkan perbedaan sifat fungsional pati, seperti kemampuan membentuk gel dan kekentalannya (Whistler et al., 1984). Sifat alami dari pati ini dapat dilakukan modifikasi sehingga kita dapat memperoleh sifat fisik dan kimia yang kita inginkan dari penggunaan pati dalam berbagai aplikasi bahan pangan maupun non pangan.

Secara umum pati alami memiliki kekurangan yang sering menghambat aplikasinya di dalam proses pengolahan pangan (Pomeranz, 1985), di antaranya adalah:

1. Kebanyakan pati alami menghasilkan suspensi pati dengan viskositas dan kemampuan membentuk gel yang tidak seragam (konsisten). Hal ini disebabkan profil gelatinisasi pati alami sangat dipengaruhi oleh iklim dan kondisi fisiologis tanaman, sehingga jenis pati yang sama belum tentu memiliki sifat fungsional yang sama.
2. Kebanyakan pati alami tidak tahan pada pemanasan suhu tinggi. Dalam proses gelatinisasi pati, biasanya akan terjadi penurunan kekentalan suspensi pati (*viscosity breakdown*) dengan meningkatnya suhu pemanasan. Apabila dalam proses pengolahan digunakan suhu tinggi (misalnya pati alami digunakan sebagai pengental dalam produk pangan yang diproses dengan sterilisasi), maka akan dihasilkan kekentalan produk yang tidak sesuai.
3. Pati tidak tahan pada kondisi asam. Pati mudah mengalami hidrolisis pada kondisi asam yang mengurangi kemampuan gelatinisasinya. Pada kenyataannya banyak produk pangan yang bersifat asam dimana penggunaan pati alami sebagai pengental menjadi tidak sesuai, baik selama proses maupun penyimpanan. Misalnya, apabila pati alami digunakan sebagai pengental pada pembuatan saus, maka akan terjadi penurunan kekentalan saus selama penyimpanan yang disebabkan oleh hidrolisispati.
4. Pati alami tidak tahan proses mekanis, dimana viskositas pati akan menurun adanya proses pengadukan atau pemompaan.

5. Kelarutan pati yang terbatas di dalam air. Kemampuan pati untuk membentuk tekstur yang kental dan gel akan menjadi masalah apabila dalam proses pengolahan diinginkan konsentrasi pati yang tinggi namun tidak diinginkan kekentalan dan struktur gel yang tinggi.
6. Gel pati alami mudah mengalami sineresis (pemisahan air dari struktur gelnya) akibat terjadinya retrogradasi pati, terutama selama penyimpanan dingin. Retrogradasi terjadi karena kecenderungan terbentuknya ikatan hidrogen dari molekul-molekul amilosa dan amilopektin selama pendinginan sehingga air akan terpisah dari struktur gelnya. Sineresis ini akan menjadi masalah apabila pati alami digunakan pada produk pangan yang harus disimpan pada suhu rendah (pendinginan/pembekuan).

Modifikasi pati dilakukan untuk mengatasi sifat-sifat dasar pati alami yang kurang menguntungkan seperti dijelaskan di atas, sehingga dapat memperluas penggunaannya dalam proses pengolahan pangan serta menghasilkan karakteristik produk pangan yang diinginkan.

Pati termodifikasi adalah pati yang telah mengalami perlakuan enzimatis, fisik atau kimia secara terkendali sehingga merubah satu atau lebih dari sifat asalnya, seperti suhu awal gelatinisasi, karakteristik selama proses gelatinisasi, ketahanan oleh pemanasan, pengasaman dan pengadukan, dan kecenderungan retrogradasi. Perubahan yang terjadi dapat terjadi pada level molekular dengan atau tanpa mengubah penampakan dari granula patinya.

D. Modifikasi Pati

1. Modifikasi Pati dengan Fermentasi

Beberapa penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan tepung pisang modifikasi sebagai pati resisten. Tepung pisang modifikasi berpotensi sebagai prebiotik yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan saluran pencernaan. Tepung pisang dengan pati resisten dapat diproduksi dengan cara melakukan modifikasi pada proses pembuatannya, yaitu dengan fermentasi spontan yang dikombinasikan dengan perlakuan pemanasan bertekanan dan dilanjutkan dengan pendinginan (Jenie, et al, 2009). Ia juga melaporkan bahwa fermentasi spontan irisan pisang yang dikombinasi dengan satu siklus pemanasan bertekanan-pendinginan mampu meningkatkan kandungan pati resisten tepung pisang lebih dari 17% berat kering (hampir dua kali). Tepung pisang modifikasi dengan kadar pati resisten yang meningkat berpotensi sebagai prebiotik karena dapat meningkatkan pertumbuhan *L. plantarum* BSL, *L. fermentum* 2B4, dan *L. acidophilus*.

Abdillah (2010) melakukan modifikasi tepung pisang tanduk dengan aplikasi fermentasi spontan yang dilanjutkan dengan pemanasan autoklaf. Proses fermentasi spontan dapat mengakibatkan pengembangan granula pati. Meyer (2003) menyatakan bahwa pengembangan granula pati dalam air dingin dapat mencapai 25-30%. Selain mengakibatkan pengembangan granula pati, fermentasi spontan akan menghasilkan asam laktat sebagai hasil metabolisme bakteri asam laktat yang secara alami terdapat pada irisan pisang. Manfaat lain yang dapat diperoleh dari perlakuan fermentasi baik dengan cara spontan maupun dengan

penambahan kultur adalah adanya bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat sehingga membantu dalam meningkatkan kadar pati resisten.

Abdillah (2010) melaporkan bahwa kadar pati resisten dari tepung pisang tanduk yang difermentasi secara spontan selama 24 dan 48 jam dengan kombinasi pemanasan autoklaf masing-masing adalah 15.24% berat kering dan 11.01% berat kering.

2. Modifikasi Pati Secara Fisik

Perlakuan modifikasi pati secara fisik melibatkan beberapa faktor antara lain: suhu, tekanan, dan kadar air pada pati. Granula pati dapat diubah secara parsial maupun total. Prinsip modifikasi fisik secara umum adalah dengan pemanasan. Bila dibandingkan dengan modifikasi kimia, modifikasi fisik cenderung lebih aman karena tidak menggunakan berbagai reaksi kimia, modifikasi secara fisik antara lain: ekstruksi, parboiling, *steam-cooking*, iradiasi *microwave*, pemanggangan, *hydrothermal treatment* dan *autoclaving*. (Sajilata dkk., 2006).

Perlakuan pemanasan dengan menggunakan metode *autoclaving-cooling* dapat meningkatkan produksi pati resisten hingga 9% (Saguilan, 2005). Metode *autoclaving-cooling* dilakukan dengan penambahan air (Sievert & Pomeranz, 1989), kemudian dipanaskan menggunakan autotoklaf pada suhu tinggi. Setelah diautotoklaf, suspensi pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disimpan pada suhu rendah sehingga terjadi retrogradasi. Pati resisten tertinggi diperoleh pada suhu otoklaf 120°C (Sievert dan Pomeranz, 1989) dan suhu retrogradasi 4°C (Niba, 2003).

Tujuan dari pemanasan dengan autoklaf adalah terjadinya proses gelatinisasi. Proses gelatinisasi dapat menyebabkan granula mengembang, kehilangan sifat *birefringent* (bias) dan kehilangan kristalinitasnya. Proses gelatinisasi dapat menyebabkan granula pecah dan melepaskan molekul-molekul pati terutama amilosa (Fennema, 1996).

Gelatinisasi adalah peristiwa hilangnya sifat *birefringent* granula pati akibat penambahan air secara berlebih dan pemanasan pada waktu dan suhu tertentu sehingga granula membengkak dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (*irreversible*) (Belitz dan Grosch, 1999). Harper (1981) mengemukakan bahwa mekanisme gelatinisasi diawali dengan adanya pemberian air yang mengganggu kristalinitas amilosa dan mengganggu struktur heliksnya. Gelatinisasi pati terjadi karena granula pati secara bertahap menyerap air ketika suspensinya dipanaskan yang menyebabkan volumenya meningkat secara perlahan-lahan. Penyerapan air tersebut disebabkan oleh molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan-ikatan hidrogen yang lemah.

Atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom oksigen dari gugus hidroksil yang lain. Ikatan hidrogen tersebut semakin melemah dengan naiknya suhu suspensi. Di sisi lain, molekul-molekul air mempunyai energi kinetik yang lebih tinggi sehingga mudah berpenetrasi ke dalam granula, tetapi ikatan hidrogen antar molekul air pun semakin melemah. Akhirnya jika suhu suspensi meningkat, air akan terikat secara simultan dalam

sistem amilosa dan amilopektin sehingga menghasilkan ukuran granula yang semakin besar (Meyer, 2003).

Proses pendinginan dilakukan setelah proses pemanasan berakhir. Selama proses pendinginan, pati mengalami pembentukan strukturnya secara perlahan yang disebut dengan retrogradasi. Retrogradasi merupakan perubahan amilosa dari bentuk amorf menjadi bentuk kristalin.

Retrogradasi terjadi apabila antar gugus hidroksil molekul amilosa yang berdekatan saling berikatan dengan ikatan hidrogen. Selama retrogradasi, molekul pati kembali membentuk struktur yang kompak yang distabilkan dengan adanya ikatan hidrogen tersebut. Amilosa mengalami proses retrogradasi lebih cepat dibandingkan dengan amilopektin. Struktur ini biasanya sangat stabil (Fennema, 1996).

Bila pati didinginkan maka energi kinetik tidak cukup tinggi untuk mencegah kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk berikatan satu sama lain. Dengan demikian terjadi semacam jaring-jaring yang membentuk mikrokristal dan mengendap (Winarno, 1997). Faktor yang mendukung terjadinya retrogradasi adalah suhu yang rendah, konsentrasi amilosa yang tinggi, dan adanya ion-ion organik tertentu (Jane, 2004). Retrogradasi mengakibatkan perubahan sifat gel pati diantaranya meningkatkan ketahanan pati terhadap hidrolisis enzim amilolitik, menurunkan kemampuan melewatkan cahaya (*transmisi*) dan kehilangan kemampuan untuk membentuk kompleks berwarna biru dengan iodin.

3. Pati Resisten

Pati resisten adalah homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Sifat pati tergantung dari panjang rantai C-nya, serta rantai molekul (bercabang atau lurus). Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Amilosa merupakan fraksi terlarut dan mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1.4)-D-glukosa. Amilopektin adalah fraksi tidak larut dan mempunyai struktur bercabang dengan ikatan α -(1.6)-D-glukosa.

Pati merupakan suatu bentuk utama karbohidrat yang dikonsumsi. Pati adalah polisakarida yang terbentuk dari sejumlah molekul glukosa yang berikatan bersama dan membentuk karbohidrat kompleks. Umumnya, pati dapat diurai oleh enzim pencernaan dalam usus halus menjadi molekul glukosa. Glukosa kemudian diserap ke dalam darah dan digunakan untuk menghasilkan energi untuk tubuh.

Pati dihidrolisa di dalam saluran pencernaan oleh amilase yang disekresikan ke dalam saluran pencernaan. Cairan air liur dan pankreas mengandung α -amilase yang mampu menghidrolisa ikatan α -(1.4) amilopektin menghasilkan D-glukosa, sejumlah kecil maltosa dan suatu inti yang tahan hidrolisa (limit dekstrin). Limit dekstrin tidak dihidrolisa lebih jauh oleh α -amilase (tidak dapat memecahkan ikatan α -(1.6).

Enzim yang berperan dalam pemecahan ikatan ini adalah α -(1.6)-glukosidase. Aktivitas gabungan α -amilase dan α -(1.6)-glukosidase dapat menguraikan amilopektin secara sempurna menjadi glukosa dan sejumlah kecil maltosa (Lehninger, 1993).

Berdasarkan kemudahannya untuk dicerna dalam saluran pencernaan, pati dapat diklasifikasikan menjadi pati yang dapat dicerna secara cepat (*rapidly digestible starch* atau *RDS*), pati yang dicerna secara lambat (*slowly digestible starch* atau *SDS*), dan pati resisten (*resistent starch* atau *RS*). RDS merupakan fraksi pati yang menyebabkan terjadinya kenaikan glukosa darah setelah makanan masuk ke dalam saluran pencernaan, sedangkan SDS adalah fraksi pati yang dicerna sempurna dalam usus halus dengan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan RDS.

Pati resisten dianggap sebagai jumlah keseluruhan pati dan produk degradasi pati yang tidak dapat diserap dalam saluran pencernaan (usus halus) dan langsung menuju usus besar (kolon). Oleh karena itu, pati resisten digolongkan sebagai sumber serat pangan.

Pati resisten merupakan bagian pati yang tidak dapat dicerna dalam usus halus, namun dapat difermentasi dalam usus besar. Pati resisten sering dikaitkan dengan kesehatan terkait dengan perannya dalam mencegah resiko kanker kolon, efek hipoglikemik (menurunkan kadar gula darah setelah makan), berperan sebagai prebiotik.

1. Klasifikasi pati resisten

Pati resisten diklasifikasikan menjadi 4 tipe (RS1, RS2, RS3 dan RS4) dapat ditemui secara alami pada bahan pangan maupun hasil pengolahan pangan.

- a. Pati resisten tipe I, resisten dalam saluran pencernaan disebabkan pati ini dilindungi dari enzim pencernaan oleh komponen lain yang secara normal ada

dalam matriks pati. Terdapat pada biji-bijian sereal yang digiling secara parsial.

- b. Pati resisten tipe II, resisten terhadap saluran pencernaan diakibatkan struktur granula dan arsitektur molekulnya. Terdapat pada pisang, kentang dan jagung high amilosa.
- c. Pati resisten tipe III, sifat resistennya diakibatkan bentuknya tidak bergranula (struktur kristal), pati ini terutama dihasilkan selama proses pemasakan dan pendinginan pati selama proses pengolahan makanan (pati terlepas dari struktur granulanya dan mungkin rantai glukosanya membentuk kristal atau retrogradasi sehingga sulit untuk dicerna). Pati ini dapat dicerna jika dimasak dengan sempurna. Jenis pati ini terdapat pada pisang dan kentang yang telah dimasak dan didinginkan.
- d. Pati resisten tipe IV, sifat resistennya diakibatkan ikatan kimia yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan disebabkan oleh modifikasi pati. Contohnya pati ikatan silang, pati ester dan pati ether.

2. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Pati Resistan

Beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan pati resisten antara lain sifat alami dari pati seperti : kristalinitas pati, struktur granula, rasio amilosa dan amilopektin, retrogradasi amilosa, atau pengaruh panjang rantai amilosa. Faktor lain seperti panas dan kelembaban, proses pengolahan atau interaksi dengan bahan lain (protein, serat, lipid, gula, emulsifier, atau inhibitor enzim).

a. Pengaruh kandungan amilosa dan amilopektin pati

Perbandingan amilosa dan amilopektin mempengaruhi kandungan pati resisten yang terdapat pada pati. Pada tepung jagung dengan kandungan amilosa yang tinggi (*high amylosa* – mengandung 70% amilosa) dilaporkan memiliki kadungan pati resisten sebesar 20 g/100g berat kering. Sedangkan tepung jagung yang memiliki kandungan amilosa sebesar 25% memiliki kandungan pati resisten sebesar 3 g/100g berat kering. Pembentukan pati resisten tipe 3 juga dipengaruhi oleh kristalisasi amilosa.

b. Pengaruh kandungan protein dan lemak

Kandungan protein dan lemak pada pati berpengaruh terhadap suhu gelatinisasi pati dan kadar pati resisten yang dihasilkan. Kadar pati resisten pati beras adalah 0.02 g/100 g berat. Setelah dilakukan hidrolisis protein dan lemak, kadar pati resisten meningkat secara signifikan. Kadar pati resisten pati beras setelah hidrolisis protein meningkat menjadi 0.14 g/100 g berat. Kadar pati resisten pati beras setelah hidrolisis lemak menggunakan berbagai solven berkisar 0.14-0.22 g/100 g berat.

c. Pengaruh kandungan air

Kandungan air dari pati berpengaruh terhadap pati resisten yang dihasilkan. Kadar pati resisten maksimal diperoleh ketika rasio pati:air (1:3.5). Kadar air pati 18 % meningkatkan level derajat kristalinitas pati, sedangkan kadar air pati 27 % menyebabkan pati lebih mudah didegradasi oleh enzim (Sajilata dkk., 2006).

d. Pengaruh suhu dan waktu retrogradasi

Menurut Onyango (2006) suhu dan waktu retrogradasi secara signifikan berpengaruh terhadap kadar pati resisten yang dihasilkan, tetapi interaksi antara suhu dan waktu retrogradasi tidak berpengaruh terhadap kadar pati resisten. Kadar pati resisten tertinggi dihasilkan dari pati singkong yang telah disuspensi 10 mmol/L asam laktat dengan suhu dan waktu retrogradasi 60°C selama 48 jam, yaitu 9.97 g/100 g berat kering.

Waktu retrogradasi berpengaruh terhadap entalpi (ΔH) retrogradasi dan kadar pati resisten yang dihasilkan. Pati yang diretrogradasi selama 2 jam memiliki nilai ΔH dan kadar pati resisten yang lebih tinggi dibandingkan pati yang diretrogradasi selama 24 jam. ΔH pati yang diretrogradasi selama 2 jam adalah 28.7 mJ/mg dengan pati resisten 93%, sedangkan ΔH pati yang diretrogradasi selama 24 jam adalah 10.3 mJ/mg dengan pati resisten 56%.

3. Pangan Fungsional

Pati merupakan biomopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik yang ekonomis, dapat diperbaharui, dan berperan sebagai sumber kalori, serta diperoleh secara alami dari tanaman atau bahan pangan. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan α -(1,6)-D-glukosa (Winarno, 2005).

Pati resisten (*resistant starch*) didefinisikan sebagai sejumlah pati dari hasil degradasi pati yang tidak dapat diserap oleh usus halus manusia dan

dikelompokkan ke dalam serat pangan (*dietary fiber*) (AACC, 2001). Kelebihan pati resisten dibandingkan serat pangan lain yaitu memiliki sifat prebiotik, tidak mempunyai kecenderungan mengikat mineral, dan tidak menyebabkan flatulensi.

Keberadaan pati resisten dalam bahan makanan dapat meningkatkan efek fisiologis dari makanan tersebut. Salah satu sifat fisiologis dari pati resisten adalah kemampuannya untuk dapat difermentasi oleh bakteri-bakteri usus yang menguntungkan (Johnson and Southgate, 1994). Di dalam usus kecil pati resisten tidak diserap sehingga tetap utuh sampai di dalam usus dan akan difermentasi oleh bakteri-bakteri menguntungkan seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*, sehingga pati resisten juga berpotensi sebagai prebiotik (Haralampu, 2000).

Prebiotik merupakan bahan yang tidak dapat dicerna, memiliki efek menguntungkan terhadap inang dengan menstimulir pertumbuhan secara selektif terhadap aktivitas satu atau lebih bakteri dalam usus dalam jumlah terbatas (*Lactobacillus* dan *Bifidobacteria*) sehingga meningkatkan kesehatan inang (Gibson, 2010). Pangan yang memiliki efek prebiotik digolongkan ke dalam pangan fungsional, sehingga pisang kepok sangat berpotensi diolah menjadi pangan fungsional.

Pangan fungsional merupakan pangan yang memiliki kandungan komponen aktif sehingga dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, diluar manfaat yang diberikan oleh zat-zat gizi yang terkandung di dalamnya. Badan POM mendefinisikan pangan fungsional sebagai pangan yang secara alamiah maupun telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang

berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan.

Pangan fungsional dikonsumsi selayaknya makanan dan minuman, serta memiliki karakteristik sensori yang dapat diterima oleh konsumen. Berbeda dengan suplemen dan obat, sehingga dapat dikonsumsi tanpa dosis tertentu, dapat dinikmati sebagaimana makanan pada umumnya. Tepung pisang yang telah dimodifikasi berpotensi sebagai prebiotik, sehingga hasil olahan pangan yang berbahan baku tepung pisang termodifikasi merupakan pangan fungsional.

4. Cookies

Cookies merupakan makanan kering hasil pemanggangan yang dibuat dari bahan dasar tepung terigu dan bahan lain membentuk formula adonan, sehingga menghasilkan mutu produk dengan sifat dan struktur tertentu, diproses dengan pemanggangan sampai kadar air tidak lebih dari 5%. *Cookies* merupakan jenis biskuit yang dibuat dari adonan lunak yang mengandung kadar lemak dan gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis biskuit lainnya, seperti biskuit keras, *crackers* dan wafer. *Cookies* memiliki kadar air yang rendah sehingga teksturnya renyah (Brown, 2000). Syarat mutu cookies dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat mutu *cookies* SNI-01-2973-1992 (BSN,1992)

No	Karakteristik	Syarat mutu
1	Keadaan	
	- Rasa	Normal
	- Warna	Normal
	- Bau	Normal
2	Kadar Air	Maks. 5%
3	Kadar Protein	Min. 9%
4	Kadar Lemak	Min. 9,5%
5	Kadar Abu	Maks. 1,5%
6	Kadar Serat kasar	Maks. 0,5%
7	Karbohidrat	Min. 70%

Sumber: Desrosier, 1998



Gambar 2. Aneka cookies

Cookies dibuat dari adonan lunak dengan sifat yang lebih renyah karena teksturnya yang kurang padat dan berkadar lemak tinggi. Bahan baku yang biasa digunakan adalah tepung, gula, lemak, susu skim, telur, garam dan baking powder (Manley, 2003).

1. Tepung terigu

Tepung terigu dengan kadar protein sedang sangat cocok digunakan untuk pembuatan adonan *cookies*, karena pada dasarnya tepung ini banyak mengandung gluten yang diperlukan untuk mendapatkan struktur dan lapisan produk seperti yang diinginkan. Sedangkan tepung dengan kandungan gluten rendah apabila ditangani secara sempurna juga akan menghasilkan produk yang lunak. Apabila tepung yang lebih kuat yang digunakan maka prosentase lemak yang digunakan

harus dinaikkan agar mendapatkan hasil yang lebih lunak pula. Bila diinginkan dapat juga menggunakan tepung *self raising* dan hasilnya produk yang lunak dan memiliki remah yang sesuai.

2. Margarin

Pada umumnya dalam pembuatan *cookie*, margarin yang dapat digunakan adalah margarin yang memiliki titik leleh tinggi dan memiliki konsistensi yang baik. Hal ini dikarenakan produk yang dikehendaki adalah memiliki kerenyahan dan tekstur yang baik.

3. Gula

Gula sebagai bahan pemanis. Gula yang digunakan untuk *cookies* adalah gula halus atau gula pasir dengan butir-butir halus agar susunan *cookies* rata dan empuk. Fungsi gula yaitu mematangkan atau mengempukkan susunan sel, dalam hal ini mengempukkan protein tepung. Juga memberi kerak yang diinginkan yang mulai terbentuk pada waktu temperatur rendah (proses karamelisasi), membantu dalam menjaga kualitas produk, melalui sifat higrokopis yang mampu menahan kelembaban produk.

4. Telur

Telur berfungsi sebagai pembentuk kerangka, aroma, warna, kualitas *cookies*. Pilihlah telur yang segar dengan nilai pH 7–7,5, telur yang kurang baik nilai pH-nya akan berubah menjadi asam dan akan menyebabkan peragian dari formula menjadi tidak seimbang.

5. Garam

Garam berfungsi sebagai pemberi rasa pada adonan, menguatkan adonan, membuat adonan menyimpan gas, menambah bentuk susunan dari adonan yang dibuat, mengatur warna kulit dan sebagai bahan pengawet.

6. Bahan Pengembang

Bahan pengembang adalah bahan yang mampu menghasilkan gas karbondioksida (CO_2) sehingga dapat mengembangkan adonan hingga mencapai ukuran yang semestinya selama proses pemanggangan.

Bahan pengembang yang banyak digunakan dalam pembuatan *cookies* adalah tepung sodium bikarbonat/soda kue (NaHCO_3). Penggunaan yang luas dari sodium bikarbonat sebagai bahan pengembang didasarkan pada harga yang murah, tidak beracun, mudah penggunannya, relatif tidak terasa dalam produk akhir dan memiliki kemurnian tinggi.

Pembuatan *cookies* dilakukan dengan mencampur semua bahan secara langsung bersama tepung. Pencampuran ini dilakukan sampai adonan cukup mengembang. Biasanya adonan mengalami proses pendiaman yang bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada bahan pengembang untuk bekerja. Sebelum dicetak, adonan mengalami penipisan terlebih dahulu sampai diperoleh ketebalan yang diinginkan.

Pada waktu pemanggangan, struktur *cookies* akan terbentuk akibat gas yang dilepaskan oleh bahan pengembang dan uap air akibat suhu. Ketebalan biasanya meningkat sampai 4-5- kali. Setelah keluar oven, *cookies* harus cepat didinginkan untuk menurunkan suhu dan mengeraskan *cookies* (Manley, 2003).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan dan Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang pada bulan Februari hingga Juni 2014.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan yaitu ayakan, pisau, baskom, oven, sendok kayu, blender, timbangan, autoklaf, Aw meter, cawan petridiks, labu kjeldahl, labu destilat, jaket pemanas, buret, pipet tetes, pipet ukur, gelas ukur, gelas kimia, bola isap, sarung tangan, masker, termometer, oven, desikator, soxhlet, dan erlenmeyer asah.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu buah Pisang; tepung terigu; gula bubuk; garam; telur; mentega; susu bubuk; HCl 3%; NaOH 30%; larutan Luff; larutan KI 30%; H₂SO₄ 4 N; Tio 0,1 N; indikator kanji; larutan K₂SO₄ 10%; H₂SO₄ (Pekat); larutan H₃BO₃ 2%; indikator mix; HCl 0,1 N; NaOH 3,25%; H₂SO₄ 1,25%; kertas pH; CuSO₄; Na₂SO₄; n-Heksan; Etanol 96%; dan alkohol 95%.

C. Prosedur Penelitian

Penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu pembuatan pati resisten dari pisang kapok dan pembuatan *cookies* menggunakan bahan baku pati resisten. menggunakan metode modifikasi pati secara fermentasi dan kombinasi fermentasi dan *autoclaving*.

1. Penelitian Tahap 1

Pada penelitian tahap 1 akan dilakukan pembuatan pati resisten dari tepung pisang kepok menggunakan metode modifikasi pati secara fermentasi, dengan perlakuan variasi waktu fermentasi yaitu 8 jam, 10 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dan kombinasi fermentasi dan *autoclaving* pada suhu 121°C selama 15 menit.

Tabel 4. Variasi perlakuan

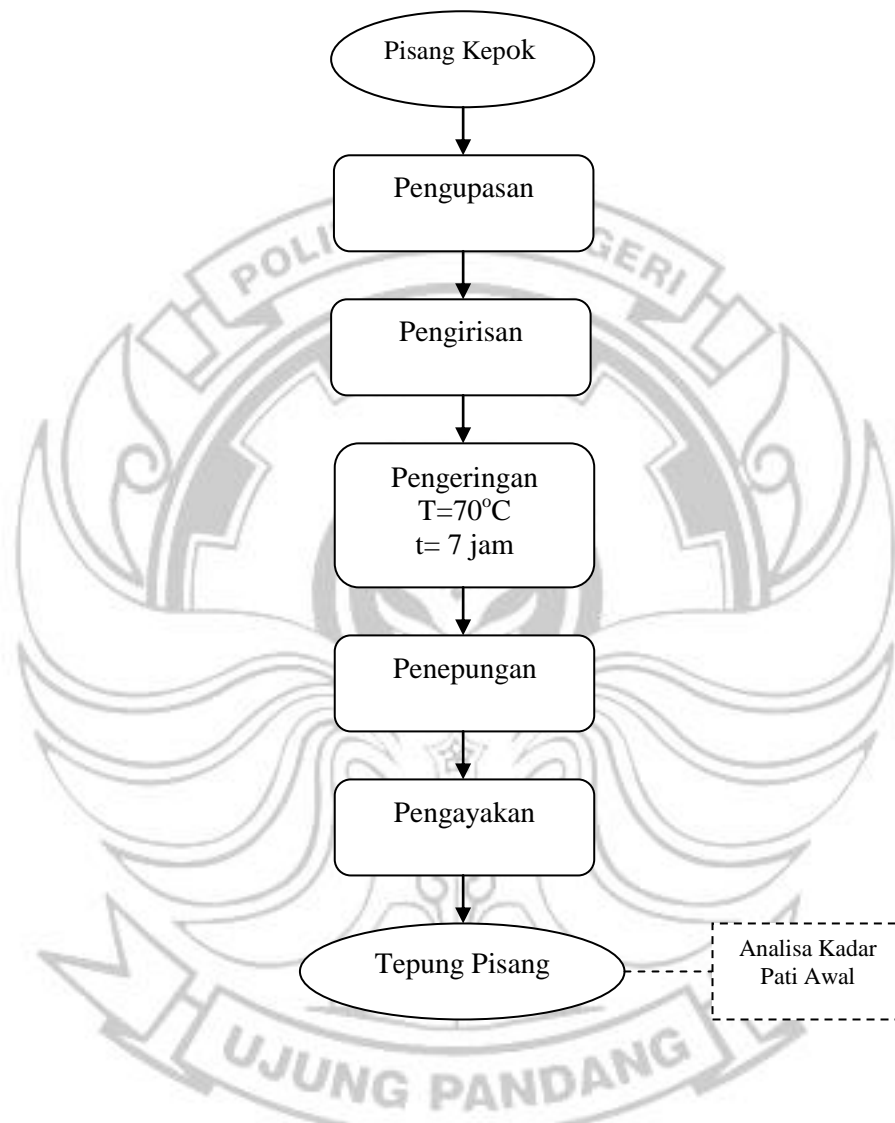
Perlakuan	Waktu Fermentasi
Fermentasi	10 jam
	12 jam
	18 jam
	24 jam
Fermentasi + <i>autoclaving</i>	10 jam
	12 jam
	18 jam
	24 jam

Indikator penentuan perlakuan terbaik pada produk Tepung Pisang Modifikasi (TPM) diperoleh dari hasil uji kadar pati.

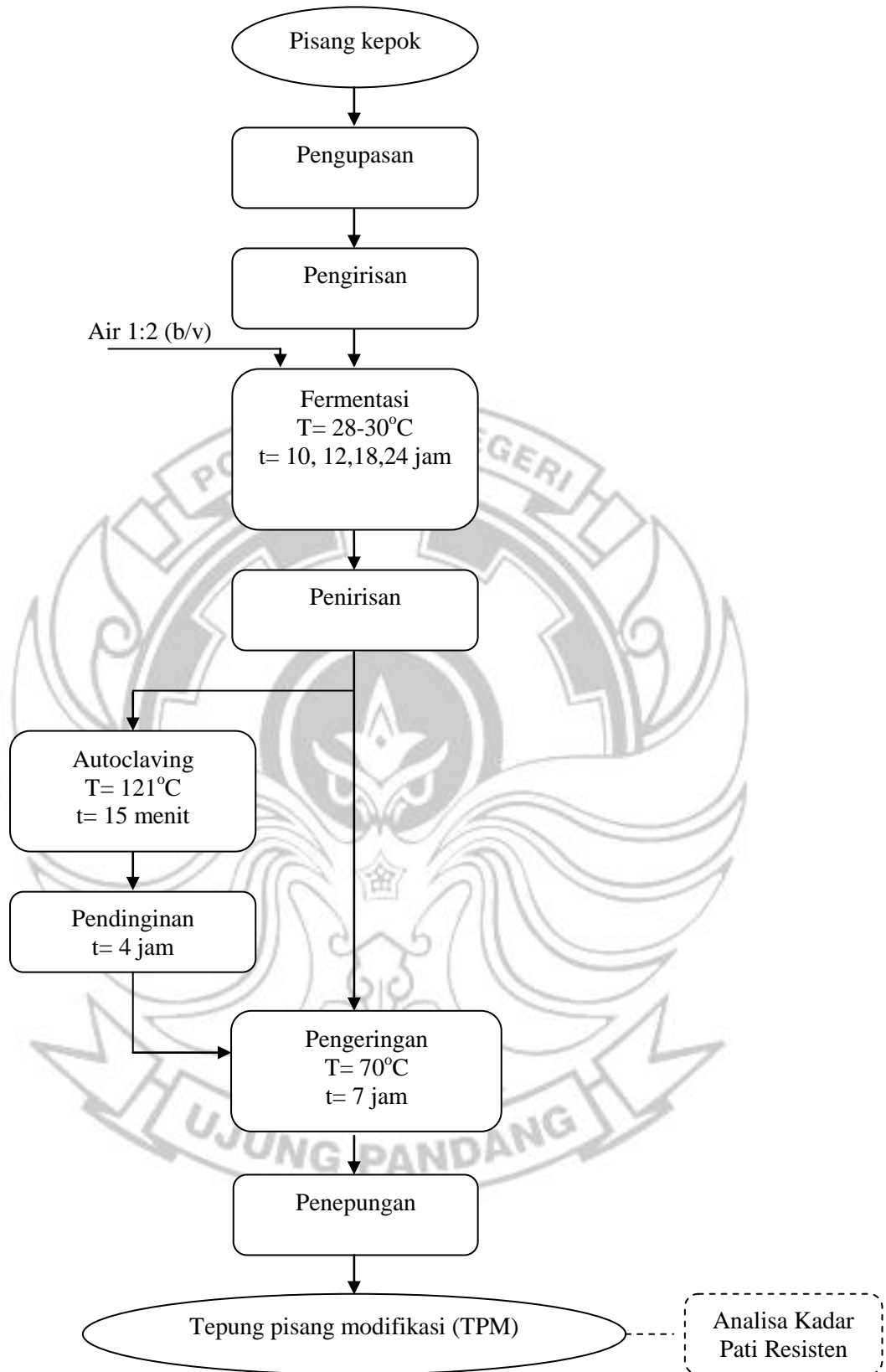
Pembuatan Tepung Pisang

Dipilih pisang yang mengkal (kulit pisang masih hijau kekuningan) selanjutnya dilakukan pengupasan kulit. Pisang yang telah dipisahkan dari kulitnya diiris tipis-tipis. Pisang kemudian diperam sesuai perlakuan fermentasi dengan menambahkan aquades 1:2 (b/v). Pisang hasil fermentasi selanjutnya dibagi dua bagian. Bagian pertama dilakukan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, setelah diautoklaf didinginkan selama 4 jam kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C. Bagian kedua langsung dikeringkan dengan oven pada suhu

70°C. Setelah kering digiling hingga halus kemudian dilakukan pengayakan hingga diperoleh tepung pisang yang halus.



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Tepung Kontrol



Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Tepung Pisang Modifikasi

2. Penelitian Tahap 2

Produk pati resisten dari tepung pisang kepok termodifikasi terbaik dari penelitian tahap 1 selanjutnya digunakan sebagai pensubstitusi terigu pada pembuatan *cookies*. Rasio tepung pisang dengan terigu yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perlakuan ratio tepung pisang modifikasi (TPM) dengan tepung terigu pada pembuatan *cookies*

Perlakuan	TPM (%)	Tepung Terigu (%)
1	0	100
2	25	75
3	50	50
4	75	25
5	100	0

Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan hasil uji organoleptik menggunakan skala hedonik terhadap rasa, warna, tekstur, aroma, dan kerenyahan *cookies* yang dihasilkan menggunakan 31 orang panelis. Kemudian dilakukan analisis kadar air, aktivitas air, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar abu, kadar serat kasar, dan kadar lemak terhadap *cookies* terbaik untuk membandingkan standar SNI *cookies*.

Prosedur Pembuatan Cookies

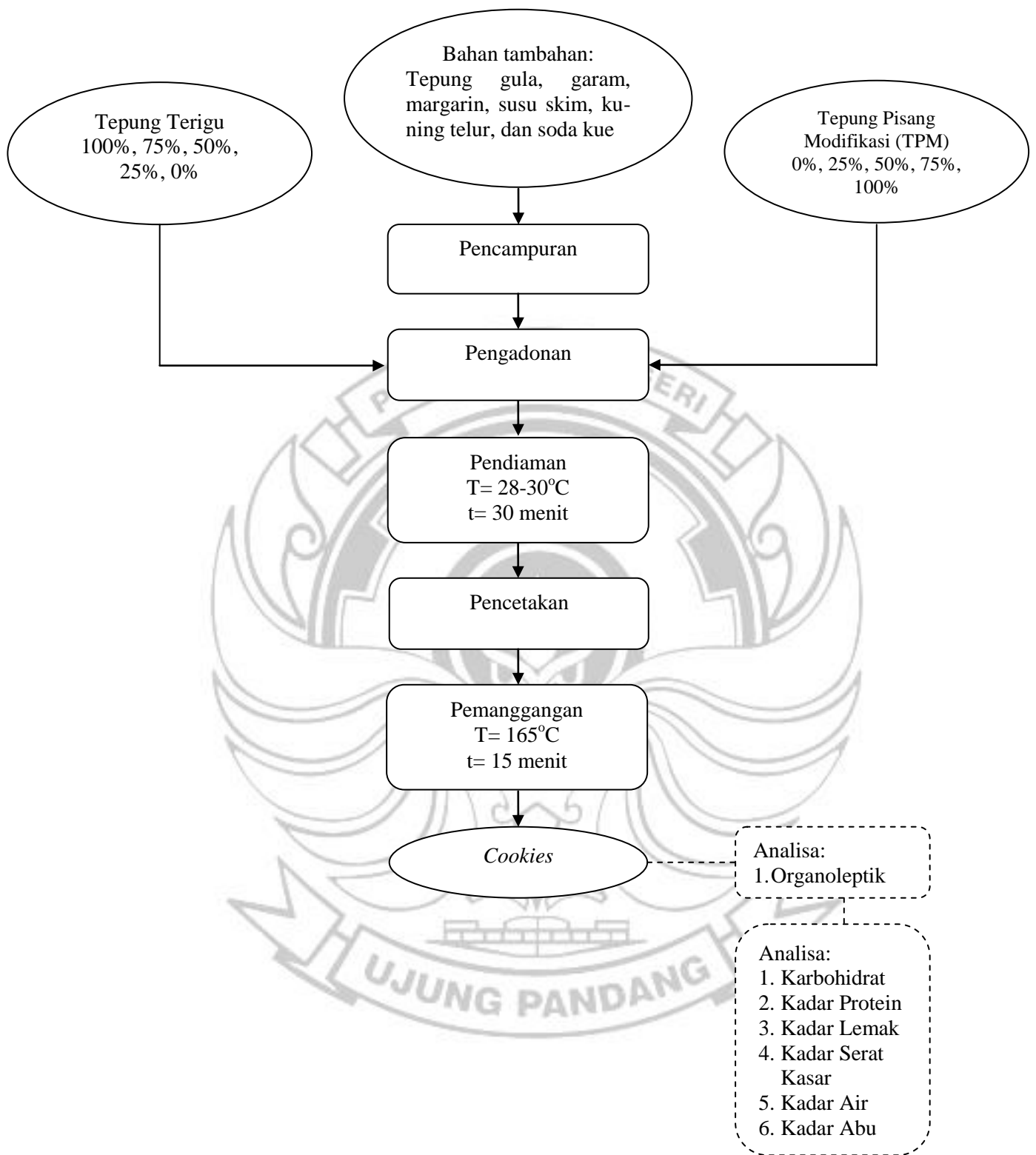
Proses pembuatan *cookies* dimulai dengan bahan-bahan tambahan yaitu margarin 30 g, gula halus 30 g, 10 g susu skim, 1 butir kuning telur dicampur terlebih dahulu. Dimasukkan terigu dan TPM sebanyak 100 g (sesuai perlakuan) ditambahkan baking powder 1 g dan garam 0.5 gram kemudian dicampur hingga adonan rata. Campuran adonan didiamkan selama 30 menit dengan menutup dengan kain kering. Selanjutnya adonan dipipihkan membentuk lembaran dan

dicetak dengan cetakan dan dipanggang dalam oven bersuhu 165°C selama 15-20 menit.

Dibuat lima variasi *cookies* dengan menggunakan rasio pelakuan tepung pisang modifikasi (TPM) dan tepung terigu pada proses pembuatannya seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Formulasi *Cookies*

No	Komposisi	Formulasi				
		TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
1	Tepung Terigu	100 gr	75 gr	50 gr	25 gr	0 gr
2	Tepung Pisang Modifikasi (TPM)	0 gr	25 gr	50 gr	75 gr	100 gr
3	Gula halus	30 gr	30 gr	30 gr	30 gr	30 gr
4	Margarin	30 gr	30 gr	30 gr	30 gr	30 gr
5	Garam halus	0,5 gr	0,5 gr	0,5 gr	0,5 gr	0,5 gr
6	Susu skim	10 gr	10 gr	10 gr	10 gr	10 gr
7	Soda kue	1 gr	1 gr	1 gr	1 gr	1 gr
8	Kuning telur	1 butir	1 butir	1 butir	1 butir	1 butir



Gambar 5. Diagram Alir Pembuatan *Cookies*

D. Analisa Produk

1. Kadar pati resisten, (Sudarmadji 1989)

Timbang dengan teliti 1 gram sampel, masukkan dalam erlenmeyer asah 250 mL, tambahkan 150 ml HCl 3% dan batu didih, hidrolisis selama \pm 3 jam dengan pendingin tegak, dinetralkan dengan NaOH 30% (gunakan kertas pH), dimasukkan ke dalam labu ukur 250, tapatkan sampai tanda tera, saring dengan kertas berlipat kering, pipet 10 ml ke dalam erlenmeyer asah, tambahkan 25 ml larutan Luff, 15 ml aquades dan batu didih, hubungkan dengan pendingin tegak, didihkan selama 10 menit, tambahkan 10 ml larutan KI 30% dan 25 ml H₂SO₄ 4 N, dititrasi dengan Tio 0,1 N hingga warna coklat muda, ditambahkan indikator kanji dan dilanjutkan titrasi hingga larutan putih. Dibuat blanko tanpa penambahan sampel.

Volume Tio = Volume peniter blanko (mL) – volume peniter sampel (mL)

Mg Glukosa = nilai glukosa pada tabel Luff-Schoorl + selisih volume Tio Sulfat yang digunakan.

Banyaknya glukosa (mg) x faktor konversi merupakan jumlah pati resisten pada tiap sampel

$$\text{Faktor konversi} = \frac{\text{BM pati}}{\text{BM glukosa}} = \frac{162}{180} = 0,9$$

2. Kadar Karbohidrat (*by difference*), (Winarno, 1986)

Kadar karbohidrat ditentukan dengan metode *by difference* yaitu dengan perhitungan melibatkan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak.

Berikut ini adalah persamaan yang digunakan dalam menghitung kadar karbohidrat dengan metode *by difference*.

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

3. Kadar Air (Metode Oven), (Apriantono 1989)

Timbang 1 gram sampel ke dalam cawan yang telah diketahui bobot kosongnya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105⁰C selama 24 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Kemudian dimasukkan kembali ke dalam oven selama 15 menit, Dimasukkan ke dalam deksikator dan ditimbang kembali hingga diperoleh bobot konstan.

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot sampel awal dan cawan (gr)

b= bobot sampel dan cawan setelah pengeringan (gr)

c= bobot sampel awal (gr)

4. Kadar Abu (Metode pengabuan kering), (Apriantono 1989)

Siapkan sampel 1 gram sampel ditimbang dalam cawan porselen yang telah diketahui bobot keringnya, sampel dipanaskan di atas hot plate (dalam ruang asam) untuk meminimalkan asap yang muncul saat pengabuan, kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 550⁰C sampai bebas dari karbon. dalam oven pada suhu 105⁰C selama 24 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Kemudian dimasukkan kembali ke dalam oven selama 15

menit, Dimasukkan ke dalam deksikator dan ditimbang kembali hingga diperoleh bobot konstan.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot sampel setelah pengabuan dan cawan (gr)

b= bobot cawan kosong (gr)

c= bobot sampel awal(gr)

5. Kadar Protein (Metode Kjeldahl), (Apriyantono 1989)

Sebanyak 2 gram sampel yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, ditambahkan katalis sebanyak 7 gram ($\text{CuSO}_4:\text{Na}_2\text{SO}_4$), ditambahkan 25 ml H_2SO_4 (P) sampel didekstruksi hingga larutan dalam labu hijau jernih, dilakukan penguapan ± 15 menit hingga asap hilang kemudian setelah dingin lalu dipindahkan ke labu destilasi. Sampel dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan ditandabatkan.

Larutan sampel dimasukkan dalam labu alas bulat, ditambahkan ± 25 mL NaOH 30% ke dalam labu hingga terbentuk endapan hitam, disiapkan asam borat 2% sebanyak 100 mL dalam erlenmeyer, dilakukan destilasi dengan hasil destilasi ditampung pada erlenmeyer berisi asam borat, proses destilasi dihentikan jika diperoleh sampel 150 mL.

Sampel hasil destilasi di titrasi menggunakan HCl 0,1 N dengan penambahan indikator mix, dititrasi hingga diperoleh warna merah muda, dicatat data hasil

titrasi, dilakukan juga penetapan blanko, dihitung kadar protein menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Nitrogen} = \frac{(a-b) \times N \text{ HCl} \times 14,008}{c} \times 100\%$$

Kadar Protein = Kadar N x faktor konversi

faktor konversi= 5,70 (terigu, Winarno 1997)

14,008= berat molekul nitrogen (g/meq)

Keterangan:

a= Volume peniter sampel (mL)

b= Volume peniter blanko (mL)

c= bobot sampel awal (gr)

6. Serat Kasar, (Apriantono 1989)

Giling sampel, ditimbang 2 g sampel dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah, ditambahkan 50 mL larutan H₂SO₄ 1,25% dan diaduk, direfluks selama 30 menit, ditambahkan 50 mL NaOH 3,25% dan direfluks kembali selama 30 menit, larutan disaring dengan kertas saring yang telah diketahui bobot konstan, dilakukan pencucian dengan H₂SO₄ 1,25% panas, air panas dan etanol 96% masing-masing 25 mL, diangkat endapan dan kertas saring dan dipindahkan dalam cawan porselin yang beratnya telah konstan, dikeringkan pada suhu 105° C dalam oven, kemudian didinginkan dan ditimbang hingga bobot konstan.

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{c-a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot kertas saring yang telah dikeringkan dan cawan (gr)

b= bobot sampel (gr)

c= bobot residu dan kertas saring yang telah dikeringkan (gr)

7. Analisa Kadar Lemak dengan Soxhlet, (AOAC 1995)

Ambil labu lemak yang ukurannya sesuai dengan alat ekstraksi Soxhlet yang akan digunakan, keringkan dalam oven, dinginkan dalam eksikator, dan ditimbang. Ditimbang 5 gram sampel yang telah dihaluskan dalam saringan timbel. Diletakkan timbel yang berisi sampel dalam alat ekstraksi Soxhlet, kemudian dipasang alat kondensor di atasnya dan labu lemak di bawahnya. Dituangkan pelarut n-Hexan ke dalam labu lemak secukupnya, sesuai dengan ukuran Soxhlet yang digunakan. Dilakukan refluks selama 5 jam hingga pelarut yang turun ke labu lemak jernih. Destilasi pelarut yang ada di dalam labu lemak, tamping pelarutnya. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah dikeringkan sampai berat konstan maka kadar lemak dapat dihitung.

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{G-F}{E} \times 100\%$$

Keterangan:

G= bobot labu dan lemak yang telah dikeringkan (gr)

F= bobot labu kosong (gr)

E= bobot sampel yang dianalisa (gr)

8. Uji organoleptik, (Dwi Setyaningsih dkk 2010)

Uji organoleptik dilakukan menggunakan uji rating skala hedonik. Tujuan uji hedonik memilih satu produk di antara produk lain secara langsung untuk menentukan yang terbaik menggunakan penilaian panelis. Panelis yang digunakan adalah panelis tak terlatih minimal sebanyak 25 orang. Pengujian dilakukan terhadap warna, aroma, rasa, kerenyahan, dan tekstur. Uji hedonik yang digunakan yaitu metode skoring pada kisaran 1 sampai 5, yaitu

No	Skala Hedonik	Skala Numerik
1	Sangat Suka	5
2	Suka	4
3	Cukup Suka	3
4	Tidak Suka	2
5	Sangat Tidak Suka	1

Data yang diperoleh dari hasil uji hedonik dianalisa menggunakan ANOVA (*Analisis of Variance*) dan jika ada perbedaan nyata digunakan uji lanjutan yaitu uji *Duncan Multiple Test* untuk mengetahui perlakuan mana yang sama atau lebih dari yang lain.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan tepung pati resisten dari pisang kepok dengan perlakuan fermentasi serta kombinasi fermentasi dan *autoclaving* sehingga menghasilkan Tepung Pisang Modifikasi (TPM). TPM selanjutnya digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu pada pembuatan *cookies* yang bertujuan untuk memperoleh *cookies* yang baik bagi kesehatan.

A. Pembuatan Tepung Pisang

Pisang kepok mengkal digunakan sebagai bahan baku pembuatan tepung pisang. Pisang selanjutnya dipisahkan dari kulitnya kemudian diiris tipis-tipis. Dipanaskan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 7 jam. Setelah kering digiling untuk menghasilkan tepung dan diayak menggunakan ayakan tepung agar tingkat kehalusan tepung seragam kemudian diukur kadar pati awal tepung.

B. Pembuatan Tepung Pisang Modifikasi (TPM)

Proses pembuatan TPM dibagi menjadi dua perlakuan, perlakuan pertama secara fermentasi dan perlakuan kedua kombinasi fermentasi dan *autoclaving*. Pada perlakuan pertama, pisang kepok dipisahkan dari kulit, kemudian diiris tipis-tipis. Irisan pisang selanjutnya direndam selama 10 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dengan penambahan aquades 1:2 (b/v) pada suhu ruang. Setelah proses fermentasi, irisan pisang ditiriskan untuk mengurangi kandungan air. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 7 jam. Setelah kering

digiling untuk menghasilkan tepung dan diayak menggunakan ayakan tepung agar tingkat kehalusan tepung seragam lalu diukur kadar pati resisten.

Pada perlakuan kedua setelah proses fermentasi dan penirisan, irisan pisang kemudian diautoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Dilakukan pendinginan pada suhu ruang selama empat jam. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 7 jam. Setelah kering digiling untuk menghasilkan tepung dan diayak menggunakan ayakan tepung agar tingkat kehalusan tepung seragam kemudian diukur kadar pati resisten tepung.

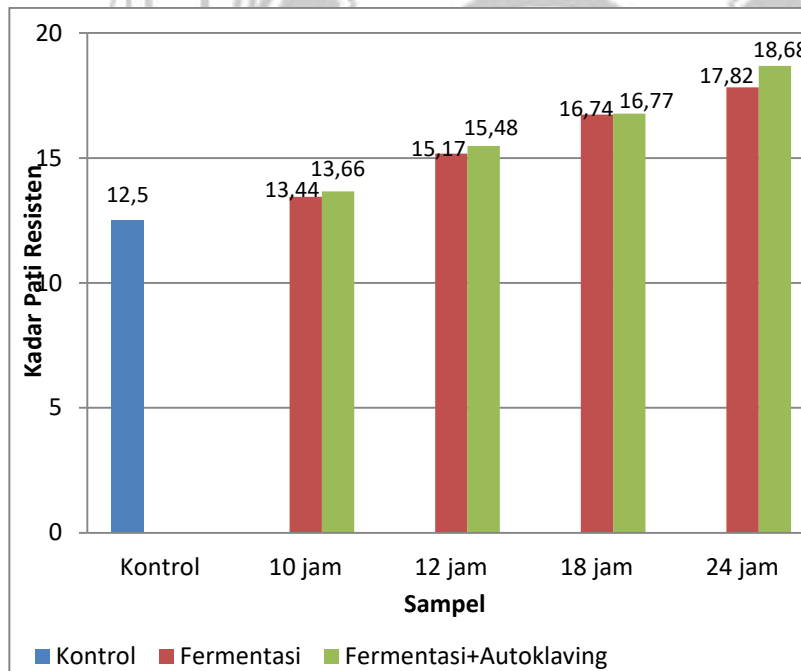
Fermentasi dilakukan maksimal selama 24 jam karena jika fermentasi dilakukan lebih dari 24 jam, maka terjadi kerusakan pada pisang. Pisang akan ditumbuhi kapang dan tidak layak dikonsumsi (Lampiran 5.4).

C. Kadar Pati Resisten

Penelitian ini menggunakan pisang kepok sebagai bahan baku. Salah satu hal terpenting dalam penelitian ini adalah mengetahui kadar pati resisten dalam tepung pisang dan TPM. Indikator perlakuan waktu fermentasi terbaik dilihat pada kadar pati resisten TPM dengan variasi waktu fermentasi yang selanjutnya digunakan sebagai bahan substitusi pada pembuatan *cookies*. Perbandingan kadar pati resisten pada tepung pisang dan tepung pisang modifikasi berdasarkan variasi waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Pati Resisten Tepung Pisang Modifikasi

Perlakuan	Kadar Pati Resisten	Kadar Pati (%)
Tepung Kontrol	12,50	42,33
Fermentasi		
10 jam	13,44	40,22
12 jam	15,17	38,62
18 jam	16,74	37,34
24 jam	17,82	35,48
Fermentasi + Autoclaving		
10 jam	13,66	39,63
12 jam	15,48	37,14
18 jam	16,77	35,87
24 jam	18,68	34,05



Gambar 6. Perbandingan kadar pati resisten pada tepung pisang dan tepung pisang modifikasi pada variasi waktu fermentasi

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa jumlah pati resisten tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi fermentasi 24 jam dan *autoclaving*. Penentuan pati

resisten dilakukan dengan menghidrolisis pati menggunakan asam. Pati pada tepung pisang dalam bentuk polisakarida dipecah menjadi gula sederhana dalam bentuk glukosa. Pati yang tidak terhidrolisis merupakan pati yang resisten. Kadar pati resisten diperoleh dari mg glukosa dikalikan dengan faktor konversi, 0,9 yang merupakan perbandingan antara berat molekul pati dengan berat molekul glukosa.

Pelaksanaan penelitian terdiri dari dua tahap yaitu pembuatan tepung pisang modifikasi dan aplikasinya sebagai bahan pembuatan *cookies*. Berdasarkan pengukuran kadar pati resisten pada tepung pisang modifikasi dapat ditentukan bahwa perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi fermentasi dan *autoclaving* dengan waktu fermentasi 24 jam. Pada fermentasi 24 jam yang dilanjutkan dengan perlakuan *autoclaving* terlihat bahwa nilai kadar pati resisten semakin meningkat (Tabel 7).

Jenie, dkk. (2009) melaporkan bahwa fermentasi spontan irisan pisang (tidak ada keterangan varietas pisang yang digunakan) yang dikombinasi dengan satu siklus pemanasan bertekanan-pendinginan mampu meningkatkan kandungan pati resisten tepung pisang lebih dari 17% berat kering. Sedangkan Abdillah (2010) melaporkan bahwa kadar pati resisten dari tepung pisang tanduk yang difermentasi secara spontan selama 24 dan 48 jam dengan kombinasi pemanasan autoklaf masing-masing adalah 15.24% berat kering dan 11.01% berat kering.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada pisang kepok dengan perlakuan fermentasi dan kombinasi fermentasi dan *autoclaving* yang ditunjukkan pada gambar 5, kadar pati resisten tepung pisang yang dihasilkan dari perlakuan fermentasi secara spontan selama 24 jam sebesar 17,82%. Sedangkan

kadar pati resisten tepung pisang yang dihasilkan dari perlakuan kombinasi fermentasi spontan selama 24 jam dan *autoclaving* sebesar 18,68%. Meningkat sekitar 5% dibandingkan kadar pati resisten tepung pisang yang difermentasi tanpa perlakuan *autoclaving*.

Peningkatan pati resisten tepung pisang disebabkan terutama oleh proses *autoclaving*. *Autoclaving* menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi yang dapat mengembangkan granula pati, kehilangan sifat *birefringent* (bias) dan kehilangan kristalinitasnya. Proses gelatinisasi dapat menyebabkan granula pecah dan melepaskan molekul-molekul pati terutama amilosa (Fennema 1996).

Gelatinisasi adalah peristiwa hilangnya sifat *birefringent* granula pati akibat penambahan air secara berlebih dan pemanasan pada waktu dan suhu tertentu sehingga granula membengkak dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (*irreversible*) (Belitz dan Grosch, 1999).

Harper (1981) mengemukakan bahwa mekanisme gelatinisasi diawali dengan adanya pemberian air yang mengganggu kristalinitas amilosa dan mengganggu struktur heliksnya. Gelatinisasi pati terjadi karena granula pati secara bertahap menyerap air ketika suspensinya dipanaskan yang menyebabkan volumenya meningkat secara perlahan-lahan.

Proses pendinginan dilakukan setelah proses pemanasan berakhir. Selama proses pendinginan, pati mengalami pembentukan strukturnya secara perlahan yang disebut dengan retrogradasi. Retrogradasi merupakan perubahan amilosa dari bentuk amorf menjadi bentuk kristalin.

Retrogradasi terjadi apabila antar gugus hidroksil molekul amilosa yang berdekatan saling berikatan dengan ikatan hidrogen. Amilosa mengalami proses retrogradasi lebih cepat dibandingkan dengan amilopektin. Setelah tahap retrogradasi, ikatan hidrogen pada amilosa yang telah putus berikatan kembali dan membentuk struktur yang baru (struktur amorf menjadi kristal) dan stabil. Struktur inilah yang bersifat resisten terhadap enzim pencernaan (Fennema 1996).

D. Kualitas Produk Cookies

TPM hasil perlakuan terbaik digunakan sebagai bahan substitusi pada pembuatan *cookies*. Cookies hasil substitusi TPM dianalisa secara kimia yang meliputi, kadar air, aktivitas air (*aw*), kadar abu, kadar protein, analisis karbohidrat kadar serat kasar, dan kadar lemak. Hasil analisis produk cookies dapat dilihat pada Tabel 8.

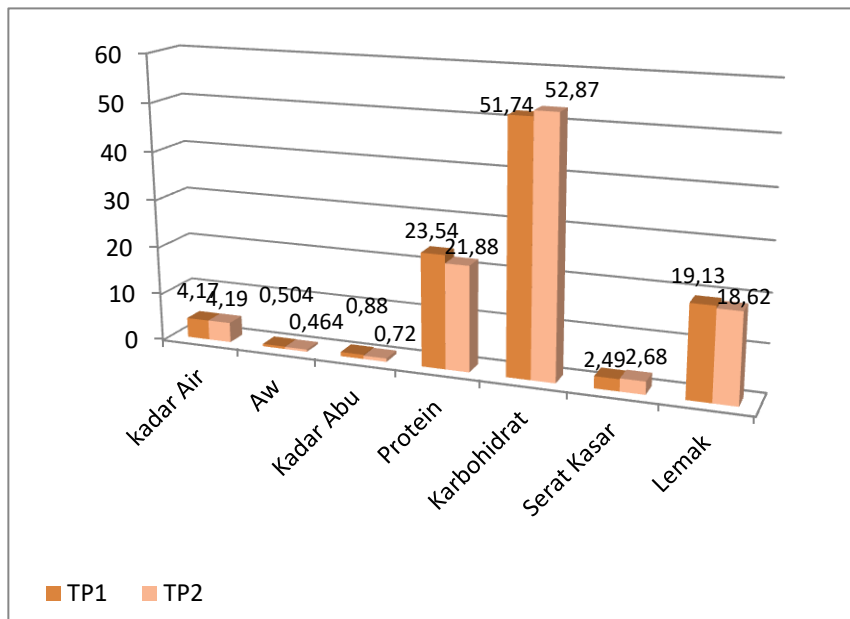
Tabel 8. Hasil analisis kualitas *cookies*

No.	Jenis Analisis	TP1	TP2	SNI*
1	Kadar Air	4,17%	4,91%	Maks. 5%
2	Aktifitas Air (<i>Aw</i>)	0,504	0,464	-
3	Kadar Abu	0,88%	0,72%	Maks. 1,5%
4	Kadar Protein	23,54%	21,88%	Min. 9%
5	Kadar Karbohidrat	51,74%	52,87%	Min 70%
6	Kadar Serat Kasar	2,49%	2,68%	Maks. 0,5%
7	Kadar Lemak	19,13%	18,62%	Min. 9,5%

*SNI 01-2973-1992

TP1 = 100% Tepung Terigu : 0% TPM

TP2 = 75% Tepung Terigu : 25% TPM



Gambar 7. Analisa kualitas *cookies*

1. Kadar air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan karena air dapat mempengaruhi kesegaran dan daya simpan bahan tersebut. Kadar air yang tinggi menyebabkan bakteri, kapang, maupun khamir mudah berkembang biak yang dapat mengakibatkan perubahan pada bahan pangan baik dari rasa maupun penampilan.

Berdasarkan Tabel 8, kadar air pada produk *cookies* TP1 sebesar 4,17% Hasil ini tidak berbeda nyata dibandingkan kadar air pada *cookies* TP2 sebesar 4,91%.. Presentasi kadar air pada cookies telah memenuhi SNI 01-2973-1992 yaitu maksimal 5% sehingga substitusi tepung terigu menggunakan TPM tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air *cookies* yang dihasilkan dan produk dinilai aman selama penyimpanan.

2. Kadar abu

Abu merupakan residu organik dari proses pembakaran komponen organik bahan pangan. Kadar abu dalam bahan pangan menunjukkan total mineral yang terdapat dalam bahan pangan tersebut.

Berdasarkan Tabel 8, kadar abu pada produk *cookies* TP1 sebesar 0,88%. sedangkan kadar abu pada *cookies* TP2 sebesar 0,72% Presentasi kadar abu pada *cookies* telah memenuhi SNI 01-2973-1992 yaitu maksimal 2%. Proses fermentasi dengan perendaman dapat menyebabkan berkurangnya kadar mineral karena larut dalam air Namun, hasil ini tidak berbeda nyata meskipun kandungan mineral tepung pisang lebih tinggi (2 mg dalam 100 gram) dibandingkan tepung terigu (1 mg dalam 100 gram).

3. Kadar protein

Protein merupakan salah satu komponen gizi yang sangat penting bagi tubuh karena disamping 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 yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat.

Berdasarkan Tabel 8, kadar protein pada produk *cookies* TP1 sebesar 23,54% sedangkan kadar protein pada *cookies* TP2 sebesar 21,88%. Presentasi kadar protein pada *cookies* telah memenuhi SNI 01-2973-1992 yaitu minimal 9,5%. Kadar protein *cookies* TP1 lebih tinggi disebabkan kandungan protein pada gandum atau terigu lebih tinggi (8,9 gr dalam 100 gr) dibandingkan kadar protein pisang (1,2 gr dalam 100 gr). Penurunan kadar protein juga disebabkan proses

autoclaving dan pengeringan. Penambahan garam dan bahan lain juga dapat menyebabkan perombakan struktur protein.

4. Kadar serat kasar

Serat kasar (*crude fiber*) adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar seperti asam sulfat (H_2SO_4 1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 3,25%). Serat kasar bertujuan untuk mengetahui penilaian kualitas bahan makanan dan untuk mengevaluasi suatu proses pengolahan bahan makanan (Sudarmadji dkk., 2007)

Berdasarkan Tabel 8, kadar serat kasar pada produk *cookies* TP1 sebesar 2,49% sedangkan kadar serat kasar pada *cookies* TP2 sebesar 2,68%. Hal ini terjadi karena kandungan serat kasar pada tepung terigu (1,0 %) lebih rendah dibandingkan tepung pisang (2,6%) sehingga berpengaruh terhadap *cookies* yang dihasilkan.

5. Kadar Karbohidrat

Karbohidrat adalah salah satu zat gizi yang berfungsi sebagai penghasil energi, 4 kalori setiap gramnya. Karbohidrat memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan seperti rasa, warna, dan tekstur.

Kadar karbohidrat pada produk *cookies* TP1 sebesar 51%. sedangkan kadar karbohidrat pada *cookies* TP2 sebesar 52% Meskipun kadar karbohidrat dalam tepung terigu (77,3 gr dalam 100 gr) lebih tinggi dibandingkan tepung pisang (25-30 gr dalam 100 gr) namun kadar karbohidrat *cookies* TP2 lebih tinggi daripada *cookies* TP1.

Proses pemanasan bertekanan saat pembuatan TPM mengakibatkan interaksi karbohidrat dengan komponen bahan pangan lainnya seperti lemak dan protein. Hal ini akan mengurangi jumlah lemak atau protein sehingga berperan dalam meningkatkan perhitungan kadar karbohidrat. Pemanasan suhu tinggi dan pengeringan dalam oven dapat menyebabkan terbentuknya komponen pirotekstrin dari karbohidrat (Carrera dkk., 2007). Tepung pisang dapat digunakan sebagai substitusi untuk meningkatkan kandungan gizi produk pangan yang dihasilkan.

6. Kadar lemak

Lemak merupakan makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu, lemak merupakan sumber energy yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Lemak berfungsi sebagai pelarut vitamin serta dapat digunakan sebagai bahan untuk memperbaiki cita rasa dan tekstur bahan pangan.

Berdasarkan Tabel 8, kadar lemak pada produk *cookies* TP1 sebesar 19% sedangkan kadar lemak pada *cookies* TP2 sebesar 18%. Kadar lemak *cookies* TP1 lebih tinggi dibandingkan kadar lemak *cookies* TP2. Hal ini disebabkan oleh gandum mengandung 1,3 gr lemak dalam 100 gr sedangkan pisang mengandung 0,2 lemak dalam 100 gr. Presentasi kadar lemak pada *cookies* telah memenuhi SNI 01-2973-1992 yaitu minimal 18%.

Berdasarkan hasil analisa produk *cookies*, substitusi tepung terigu menggunakan tepung pisang modifikasi tidak mempengaruhi kualitas *cookies*. *Cookies* yang dihasilkan telah memenuhi standar nasional (SNI 01-2973-1992).

E. Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan salah satu analisis untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk yang dihasilkan. Uji organoleptik menggunakan skala hedonik dengan parameter yang meliputi pengujian warna, aroma, rasa, kerenyahan, dan tekstur produk *cookies*. Skala penilaian numerik 5=Sangat suka, 4=Suka, 3=Agak suka, 2=Tidak suka, dan 1=Sangat tidak suka. Penilaian dilakukan oleh 31 orang panelis. Hasil uji hedonik dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Test* untuk mengetahui nyata atau tidaknya perbedaan antarsampel. Rata-rata hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata nilai tingkat kesukaan terhadap warna, rasa, aroma, kerenyahan, dan tekstur pada *cookies*

Formulasi <i>Cookies</i>	Rata-rata Pengujian Kesukaan				
	Warna	Rasa	Aroma	Kerenyahan	Tekstur
TP1	4,23	3,67	3,77	2,996	3,38
TP2	3,65	3,7	3,58	3,51	3,74
TP3	3	3,32	3,19	3,03	3,32
TP4	2,58	2,77	2,90	3,16	2,90
TP5	2,26	2,09	2,32	3,13	2,32

Keterangan:

TP1 = 100% Tepung Terigu : 0% TPM

TP2 = 75% Tepung Terigu : 25% TPM

TP3 = 50% Tepung Terigu : 50% TPM

TP4 = 25% Tepung Terigu : 75% TPM

TP5 = 0% Tepung Terigu : 100% TPM

1. Warna

Warna merupakan komponen yang sangat penting untuk menentukan kualitas atau tingkat penerimaan suatu bahan pangan. Penentuan mutu suatu bahan pangan pada umumnya tergantung pada warna karena warna merupakan tampilan pertama yang akan memberikan rangsangan (Winarno, 2004).

Pengujian organoleptik dilakukan pada produk *cookies* (Tabel 9), hasil analisis menunjukkan bahwa bahan baku pembuatan *cookies* berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis. TP1 memperoleh rata-rata tertinggi penilaian panelis terhadap warna *cookies* yaitu sebesar 4,23. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi pula tingkat penerimaan panelis. Namun, rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* TP2 tidak berbeda nyata yaitu 3,65.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel ANOVA (Tabel 12) nilai F hitung pada pengujian warna lebih tinggi dibandingkan nilai F Tabel sehingga dilanjutkan dengan analisa *Duncan's Multiple Test* untuk mengetahui perlakuan mana yang sama atau perlakuan yang lebih dari yang lain. Dari Tabel 13, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap *cookies* TP1 sama dengan *cookies* TP2 dan *cookies* TP3 sama dengan *cookies* TP4 dan TP5.

Hal ini disebabkan warna *cookies* TP1 kuning keemasan sedangkan pada *cookies* TP2, TP3, TP4, dan TP5 agak kecoklatan. Pencoklatan terjadi saat proses *autoclaving* sehingga warna tepung pisang modifikasi (TPM) yang dihasilkan berwarna kecoklatan sehingga penerimaan panelis terhadap warna *cookies* sedikit menurun.

2. Rasa

Rasa timbul akibat adanya rangsangan kimiawi yang diterima indra pencicip atau lidah. Rasa adalah faktor yang mempengaruhi penerimaan terhadap produk pangan. Jika komponen warna, aroma, kerenyahan, dan tekstur baik tetapi rasa produk pangan tidak disukai konsumen maka produk pangan tersebut tidak akan diterima oleh konsumen (Rampengan dkk., 1985)

Pengujian organoleptik dilakukan pada produk *cookies* (Tabel 9), hasil analisis menunjukkan bahwa bahan baku pembuatan *cookies* berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis. TP2 memperoleh rata-rata tertinggi penilaian panelis terhadap rasa *cookies* yaitu sebesar 3,7. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi pula tingkat penerimaan panelis.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel ANOVA (Tabel 15) nilai F hitung pada pengujian rasa lebih tinggi dibandingkan nilai F Tabel sehingga dilanjutkan dengan analisa *Duncan's Multiple Test* untuk mengetahui perlakuan mana yang sama atau perlakuan yang lebih dari yang lain. Dari Tabel 16, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap *cookies* TP1 sama dengan *cookies* TP2, TP3, dan TP4. Sedangkan *cookies* TP5 berbeda dengan empat *cookies* lainnya, *cookies* ini mempunyai penilaian paling rendah (2,10).

3. Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada pada rongga hidung ketika makanan masuk dalam mulut (Winarno, 2004). Hasil uji organoleptik terhadap aroma

dilakukan bertujuan untuk mengetahui respon panelis terhadap formulasi tepung pisang modifikasi dan tepung terigu pada *cookies*.

Pengujian organoleptik dilakukan pada produk *cookies* (Tabel 9), hasil analisis menunjukkan bahwa bahan baku pembuatan *cookies* berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis. TP1 memperoleh rata-rata tertinggi penilaian panelis terhadap aroma *cookies* yaitu sebesar 3,77. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi pula tingkat penerimaan panelis. Namun, rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* TP2 tidak berbeda nyata yaitu 3,58.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel ANOVA (Tabel 18) nilai F hitung pada pengujian aroma lebih tinggi dibandingkan nilai F Tabel sehingga dilanjutkan dengan analisa *Duncan's Multiple Test* untuk mengetahui perlakuan mana yang sama atau perlakuan yang lebih dari yang lain. Dari Tabel 19, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap *cookies* TP1 sama dengan *cookies* TP2 dan TP3, namun *cookies* TP4 dan TP5 berbeda dengan ketiga *cookies* lainnya.

4. Kerenyahan

Kerenyahan (tekstur internal) merupakan faktor penentu mutu produk-produk chip, kerenyahan mengacu pada kekuatan sel yang dipengaruhi oleh adanya keseimbangan dan tekanan air dalam sel, pada kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan tekstur menjadi kurang garing atau tidak renyah. Kerenyahan berdasarkan pada bunyi yang ditimbulkan bila produk dipatahkan, timbulnya bunyi disebabkan oleh adanya antar sel kaku dan rapuh yang berisi udara. Apabila

diberikan gaya dari luar sel-sel akan patah dan menimbulkan getaran udara pada rongga-rongga tersebut. Selanjutnya getaran ini akan menghasilkan bunyi renyah, yang kenyaringannya tergantung pada kekuatan sel (Vikers 1979 dalam Shinta, dkk, 1995).

Pengujian organoleptik dilakukan pada produk *cookies* (Tabel 9), hasil analisis menunjukkan bahwa bahan baku pembuatan *cookies* berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis. TP2 memperoleh rata-rata tertinggi penilaian panelis terhadap warna cookies yaitu sebesar 3,51. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi pula tingkat penerimaan panelis.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel ANOVA (Tabel 21) nilai F hitung pada pengujian kerenyahan lebih kecil dibandingkan nilai F Tabel. Hasil ini tidak berbeda nyata sehingga tidak dilakukan analisa *Duncan's Multiple Test*. Kerenyahan *cookies* dengan substitusi TPM lebih disukai panelis dibandingkan dengan *cookies* TP1.

5. Tekstur

Tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut (pada waktu digigit, dikunyah, dan ditelan) ataupun perabaan dengan jari (Kartika, dkk., 1988)

Pengujian organoleptik dilakukan pada produk *cookies* (Tabel 9), hasil analisis menunjukkan bahwa bahan baku pembuatan *cookies* berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis. TP2 memperoleh rata-rata tertinggi penilaian panelis terhadap warna cookies yaitu sebesar 3,74. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan maka semakin tinggi pula tingkat penerimaan panelis.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel ANOVA (Tabel 23) nilai F hitung pada pengujian kerenyahan lebih tinggi dibandingkan nilai F Tabel sehingga dilanjutkan dengan analisa *Duncan's Multiple Test* untuk mengetahui perlakuan mana yang sama atau perlakuan yang lebih dari yang lain. Dari Tabel 24, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap *cookies* TP1 sama dengan *cookies* TP2 dan TP3, namun *cookies* TP4 dan TP5 berbeda dengan ketiga *cookies* lainnya. Berdasarkan hasil uji organoleptik menggunakan pengujian skala hedonik diperoleh hasil bahwa produk *cookies* TP2 sama dengan *cookies* TP1.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pati resisten tertinggi diperoleh dari proses fermentasi selama 24 jam yang dikombinasikan dengan *autoclaving*. Tepung pisang modifikasi yang dihasilkan digunakan sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan *cookies*. Produk *cookies* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif makanan untuk menurunkan berat badan. Cookies memenuhi standar SNI 01-2973-1992. Berdasarkan uji organoleptik yang dilakukan menggunakan skala hedonik pada 31 panelis, produk *cookies* yang paling digemari yaitu *cookies* TP2 pada perbandingan tepung terigu 75%:25% TMP dengan formulasi tepung pisang modifikasi 25 gr, tepung terigu 75 gr, gula halus 30 gr, margarine 30 gr, garam halus 0,5 gr, susu skim 10 gr, soda kue 1 gr, dan kuning telur 1 butir.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan meneliti menggunakan buah pisang varietas lain.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Data Analisa Pati Resisten

Tabel 10. Analisis Kadar Pati Resistan Tepung Pisang

Perlakuan	Kadar Pati Resistan
Tepung Kontrol	12,70
Fermentasi	
10 jam	13,69
12 jam	15,31
18 jam	16,95
24 jam	17,97
Fermentasi + Autoclaving	
10 jam	13,84
12 jam	15,63
18 jam	16,82
24 jam	18,75

- Tepung Pisang 24 jam + *autoclaving*

Volume Tio= Volume peniter blanko (mL) – volume peniter sampel(mL)

mg Glukosa= nilai glukosa pada tabel Luff-Schoorl + selisih volume Tio Sulfat yang digunakan.

Banyaknya glukosa (mg) x faktor konversi merupakan jumlah pati resisten pada tiap sampel

$$\text{Faktor konversi} = \frac{\text{BM pati}}{\text{BM glukosa}} = \frac{162}{180} = 0,9$$

Penyelesaian

Volume titrasi sampel = 16,4 mL

Volume titrasi blanko= 24,8ml

$$\text{Volume Tio} = \frac{(24,8 \text{ ml} - 16,4 \text{ ml}) \times 0,1 \text{ N}}{0,1 \text{ N}}$$

$$= 8,4 \text{ mL}$$

mg Glukosa= nilai glukosa pada tabel Luff-Schoorl + selisih volume Tio Sulfat yang digunakan.

$$\begin{aligned}\text{Interpolasi nilai mg Glukosa} &= \frac{8,4 \text{ mL} - 8 \text{ mL}}{9 \text{ mL} - 8 \text{ mL}} (22,4 \text{ mg} - 19,8 \text{ mg}) + 19,8 \text{ mg} \\ &= (0,4 \times 2,6) + 19,8 \text{ mg} \\ &= 20,84\end{aligned}$$

mg Glukosa= 20,84

Kadar Pati Reistan = mg glukosa x faktor konversi

$$\begin{aligned}&= 20,84 \times 0,9 \\ &= 18,75\end{aligned}$$



Lampiran 2. Data Hasil Analisa Produk *Cookies*

1. Analisis Kadar Karbohidrat

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

Penyelesaian

$$\text{Kadar air} = 4,91\%$$

$$\text{Kadar abu} = 0,72\%$$

$$\text{Kadar protein} = 21,88$$

$$\text{Kadar lemak} = 18,62\%$$

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Kadar karbohidrat (\%)} &= 100\% - (4,91\% + 0,72\% + 22,88\% + 18,62\%) \\ &= 52,87\% \end{aligned}$$

2. Analisis Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot sampel awal dan cawan (gr)

b= bobot sampel dan cawan setelah pengeringan (gr)

c= bobot sampel awal (gr)

Perhitungan:

$$\text{Dik: } a = 39,8227 \text{ gr}$$

$$b = 39,7242 \text{ gr}$$

$$c = 2,0021 \text{ gr}$$

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{39,8227 \text{ gr} - 39,7242 \text{ gr}}{2,0021 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 4,915\%\end{aligned}$$

$$\text{Aktivitas Air (A}_w\text{)} = 0,464$$

3. Analisis Kadar Abu

$$\text{Kadar Abu} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot sampel setelah pengabuan dan cawan (gr)

b= bobot cawan kosong (gr)

c= bobot sampel awal (gr)

Perhitungan:

$$\text{Dik: } a = 22,3370 \text{ gr}$$

$$b = 22,3009 \text{ gr}$$

$$c = 5,0013 \text{ gr}$$

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu} &= \frac{22,3370 \text{ gr} - 22,3009 \text{ gr}}{5,0013 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,72\%\end{aligned}$$

4. Analisis Kadar Protein

$$\text{Kadar Nitrogen} = \frac{(a-b) \times N \text{ HCl} \times 14,008}{c} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein} = \text{Kadar N} \times \text{faktor konversi}$$

faktor konversi= 5,70

Keterangan:

a= Volume peniter sampel (mL)

b= Volume peniter blanko (mL)

c= bobot sampel awal (mg)

Perhitungan:

Dik: a= 15 mL

b= 0,2 mL

c= 1206,5 mg

Penyelesaian

$$\text{Kadar Nitrogen} = \frac{(15 \text{ ml} - 0,2 \text{ ml}) \times 0,08575 \text{ N} \times 14,008}{1206,5 \text{ mg}} \times 100\%$$
$$= 3,84\%$$

$$\text{Kadar Protein} = 3,84\% \times 5,70$$
$$= 21,88 \%$$

5. Analisis Serat Kasar

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{c-a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a= bobot kertas saring yang telah dikeringkan dan cawan (gr)

b= bobot sampel (gr)

c= bobot residu dan kertas saring yang telah dikeringkan (gr)

Perhitungan:

Dik: a= 47,1706 gr

b= 2,0031 gr

c= 47,2244 gr

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Kadar serat kasar} &= \frac{47,2244 \text{ gr} - 47,1706 \text{ gr}}{2,0031 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 2,68\%\end{aligned}$$

6. Analisis Kadar Lemak

$$\text{Kadar lemak} = \frac{G-F}{E} \times 100\%$$

Keterangan:

G= bobot labu dan lemak yang telah dikeringkan (gr)

F= bobot labu kosong (gr)

E= bobot sampel yang dianalisa (gr)

Perhitungan:

Dik: G= 86,9388 gr

F= 86,0066 gr

E= 5,0077 gr

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Kadar lemak} &= \frac{86,9388 \text{ gr} - 86,0066 \text{ gr}}{5,0077 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 18,62\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Uji Hedonik

1. Format kuisisioner uji Organoleptik pada *Cookies* Tepung Pisang Modifikasi dengan Menggunakan Metode Hedonik

KUISISIONER UJI ORGANOLEPTIK

Nama :
Nim :
Uji Hedonik

Perlakuan	PENGAMATAN				
	Warna	Rasa	Aroma	Kerenyahan	Tekstur
TP1					
TP2					
TP3					
TP4					
TP5					

1= Sangat tidak suka 4 = suka
2= tidak suka 5 = sangat suka
3=agak suka

Keterangan

TP1 = 100% Tepung Terigu : 0% TPM

TP2 = 75% Tepung Terigu : 25% TPM

TP3 = 50% Tepung Terigu : 50% TPM

TP4 = 25% Tepung Terigu : 75% TPM

TP5 = 0% Tepung Terigu : 100% TPM

2. Hasil Pengujian Organoleptik

Tabel 11. Hasil Penilaian kesukaan terhadap warna *cookies*

PANELIS	COOKIES				
	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
1	3	5	2	4	1
2	5	4	3	2	1
3	4	5	2	3	1
4	4	3	3	2	2
5	5	4	3	3	4
6	5	1	4	2	3
7	4	3	2	2	1
8	5	3	2	1	4
9	5	4	3	2	1
10	5	4	3	2	1
11	5	4	3	3	2
12	4	3	2	1	1
13	3	4	5	4	4
14	3	3	3	4	5
15	4	5	5	4	5
16	1	3	2	5	4
17	5	4	3	2	2
18	3	4	5	2	1
19	5	3	4	2	1
20	4	5	3	2	1
21	5	4	3	2	1
22	5	2	3	4	1
23	4	4	2	2	1
24	4	4	3	3	4
25	5	5	3	2	3
26	5	3	3	3	4
27	3	2	2	2	5
28	4	4	2	2	1
29	5	3	3	4	3
30	5	3	4	2	1
31	4	5	3	2	1
Total	131	113	93	80	70
Rata-rata	4.23	3.65	3	2.58	2.26

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{Total})^2}{\text{jumlah kelompok} \times \text{jumlah perlakuan}}$$

$$= \frac{(487)^2}{31 \times 5}$$

$$= 1530,12$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Sampel (JKS)} = \frac{\text{Jumlah kuadrat tiap contoh}}{\text{jumlah panelis}} - \text{FK}$$

$$= 49879 - 1530,12$$

$$= 78,87$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Panelis (JKP)} = \frac{\text{Jumlah kuadrat total tiap panelis}}{\text{jumlah contoh}} - \text{FK}$$

$$= 7825 - 1530,12$$

$$= 34,87$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Total} = \text{Total jumlah kuadrat} - \text{FK}$$

$$= 1141 - 1530,12$$

$$= 247,87$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} = \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKS}$$

$$= 247,87 - 34,87 - 78,87$$

$$= 134,12$$

Data yang diperoleh dimasukkan dalam tabel ANOVA

Sumber Keragaman	derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah(KT)	F hitung
Sampel (perlakuan)	(s-1)	JKS	JKS / (s-1)	KTS / KTG
Panelis (blok)	(p-1)	JKP	JKP / (p-1)	KTP / KTG
Galat (Error)	(s-1)(p-1)	JKG	JKG / (s-1)(p-1)	
Total	(sp-1)	JKT		

Tabel 12. Daftar Analisis Varian pada Warna Cookies

Sumber Keragaman	derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Sampel (perlakuan)	4	78.87	19.71	17.75
Panelis (blok)	30	34.87	1.16	
Galat (Error)	120	134.12	1,11	
Total	154	247.87		

Nilai F hitung dibandingkan dengan nilai F tabel (tabel 25 dan 26) yang bernilai 2,847 pada taraf 5% dan 4,612 pada taraf 1%. Nilai F hitung > Nilai F tabel.

Analisa Duncan's Multipel Test

- a. Standar Error rata-rata

$$\text{Standar error} = \sqrt{\frac{\text{KT Error}}{\text{jumlah panelis}}} = \sqrt{\frac{1,11}{31}}$$

$$= 0,189$$

b. Penentuan *LSR* (*Least Significant Ranges*)

P	2	3	4	5	6
<i>Ranges</i>	3,02	3,09	3,15	3,19	3,23
<i>Least Significant Ranges (LRS)</i>	0,570	0,584	0,595	0,60	0,610

Keterangan: Skala tingkat nyata 5% dengan derajat bebas galat (db error)

$120 = \infty$ diperoleh $LSR = Ranges \times$ Standar error rata-rata

c. Penentuan Signifikan Sampel

Tabel 13. Perbandingan Signifikansi Warna Antarpelakuan Sampel

Perlakuan	TP5	TP4	TP3	TP2	TP1
Rata-rata	2,25	2,58	3	3,64	4,22
TP4-TP5	= 2,58-2,25	= 0,33	< 0,570	Jadi	TP4=TP5
TP3-TP5	= 3- 2,25	= 0,75	>0,584	Jadi	TP3≠TP5
TP2-TP5	= 3,64-2,25	= 1,39	>0,595	Jadi	TP2≠TP5
TP1-TP5	= 4,22-2,25	= 1,97	>0,60	Jadi	TP1≠TP5
TP3-TP4	= 3-2,58	= 0,42	<0,570	Jadi	TP3=TP4
TP2-TP4	= 3,64-2,58	= 1,06	>0,584	Jadi	TP2≠TP4
TP1-TP4	= 4,22-2,58	=1,64	>0,595	Jadi	TP1≠TP4
TP2-TP3	= 3,64 – 3	= 0,64	>0,570	Jadi	TP2≠TP3
TP1-TP3	= 4,22-3	= 1,22	>0,584	Jadi	TP1≠TP3
TP1-TP2	= 4,33-3,64	= 0,58	<0,595	Jadi	TP1=TP2

Keterangan: Jika lebih kecil (<), tingkat kesukaan panelis sama
Jika lebih besar (>), tingkat kesukaan panelis berbeda

Tabel 14. Hasil Penilaian kesukaan terhadap rasa *cookies*

PANELIS	COOKIES				
	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
1	4	5	2	3	1
2	4	5	5	3	3
3	2	4	5	3	1
4	2	3	3	4	1
5	5	4	3	3	4
6	5	4	3	2	1
7	5	4	2	1	3
8	5	3	2	1	4
9	5	4	3	2	1
10	4	3	3	2	1
11	3	2	1	1	4
12	4	5	2	1	1
13	4	5	5	5	4
14	3	3	3	3	4
15	2	4	4	5	1
16	1	2	4	5	3
17	5	4	4	3	2
18	1	2	4	5	3
19	5	4	3	2	1
20	4	5	3	2	1
21	4	5	3	2	1
22	5	2	3	3	1
23	2	5	3	2	1
24	3	5	4	3	3
25	5	4	4	4	2
26	4	4	4	4	3
27	3	2	3	2	5
28	4	4	3	1	1
29	2	2	5	4	2
30	5	2	4	3	1
31	4	5	3	2	1
Total	114	115	103	86	65
Rata-rata	3.67	3.7	3.32	2.77	2.09

Faktor Koreksi (FK) =1505.09

Jumlah Kuadrat Sampel (JKS)=57,74

Jumlah Kuadrat Panelis (JKP)=36.70

Jumlah Kuadrat Total (JKT)=262.91

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)=168.35

Data yang diperoleh dimasukkan dalam tabel ANOVA

Tabel 15. Daftar Analisis Varian pada Rasa Cookies

Sumber Keragaman	derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Sampel (perlakuan)	4	57.84	14.46	10.32
Panelis (blok)	30	36.70	1.22	
Galat (Error)	120	168.35	1,40	
Total	154	262.90		

Nilai F hitung dibandingkan dengan nilai F tabel (tabel 25 dan 26) yang bernilai 2,847 pada taraf 5% dan 4,612 pada taraf 1%. Nilai F hitung > Nilai F tabel.

Analisa Duncan's Multipel Test

- a. Standar Error rata-rata

$$\text{Standar error} = \sqrt{\frac{\text{KT Error}}{\text{jumlah panelis}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,40}{31}}$$

$$= 0,212$$

b. Penentuan *LSR* (*Least Significant Ranges*)

P	2	3	4	5	6
<i>Ranges</i>	3,02	3,09	3,15	3,19	3,23
<i>Least Significant Ranges (LRS)</i>	0,64	0,655	0,667	0,676	0,684

Keterangan: Skala tingkat nyata 5% dengan derajat bebas galat (db error)

$120 = \infty$ diperoleh $LSR = Ranges \times$ Standar error rata-rata

c. Penentuan Signifikan Sampel

Tabel 16. Perbandingan Signifikasi Rasa Antarpelakuan Sampel

Perlakuan	TP5	TP4	TP3	TP1	TP2
Rata-rata	2,10	2,77	3,32	3,64	3,7
TP4-TP5	= 2,77-2,10	= 0,67	>0,64	Jadi	TP4≠TP5
TP3-TP5	= 3,32-2,10	= 1,22	>0,655	Jadi	TP3≠TP5
TP1-TP5	= 3,67-2,10	= 1,57	>0,667	Jadi	TP1≠TP5
TP2-TP5	= 3,71-2,10	= 1,61	>0,676	Jadi	TP2≠TP5
TP3-TP4	= 3,32-2,77	= 0,55	<0,64	Jadi	TP3=TP4
TP1-TP4	= 3,67-2,77	= 0,9	>0,655	Jadi	TP1≠TP4
TP2-TP4	= 3,71-2,77	= 0,84	>0,667	Jadi	TP2≠TP4
TP1-TP3	= 3,67-3,32	= 0,35	<0,676	Jadi	TP1=TP3
TP2-TP3	= 3,71-3,32	= 0,39	<0,64	Jadi	TP2=TP3
TP2-TP1	= 3,71-3,67	= 0,04	<0,64	Jadi	TP2=TP1

Keterangan: Jika lebih kecil (<), tingkat kesukaan panelis sama
Jika lebih besar (>), tingkat kesukaan panelis berbeda

Tabel 17. Hasil Penilaian kesukaan terhadap aroma *cookies*

PANELIS	COOKIES				
	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
1	5	4	3	2	1
2	5	3	4	3	3
3	1	5	2	3	4
4	1	3	4	4	2
5	5	3	3	3	3
6	2	4	4	4	4
7	4	5	2	3	1
8	3	5	1	2	4
9	2	3	4	5	1
10	5	3	2	2	1
11	3	3	1	1	2
12	5	4	3	1	1
13	5	5	4	5	5
14	3	3	3	3	3
15	5	5	4	4	5
16	1	2	4	5	3
17	3	4	4	2	2
18	1	2	5	4	3
19	5	4	3	2	1
20	5	4	3	2	1
21	4	5	3	2	1
22	4	2	4	3	1
23	4	2	3	2	3
24	4	3	5	3	3
25	5	3	4	4	3
26	4	3	2	3	4
27	4	3	2	4	1
28	4	4	2	1	1
29	5	5	4	4	3
30	5	3	4	2	1
31	5	4	3	2	1
Total	117	111	99	90	72
Rata-rata	3.77	3.58	3.19	2.90	2.32

Faktor Koreksi (FK) =1542.71

Jumlah Kuadrat Sampel (JKS)= 40.99

Jumlah Kuadrat Panelis (JKP)=50.683

Jumlah Kuadrat Total (JKT)=247.28

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)=155.60

Data yang diperoleh dimasukkan dalam tabel ANOVA

Tabel 18. Daftar Analisis Varian pada Aroma Cookies

Sumber Keragaman	derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Sampel (perlakuan)	4	40.99	10.24	7.87
Panelis (blok)	30	50.68	1.69	
Galat (Error)	120	155.60	1.30	
Total	154	247.28		

Nilai F hitung dibandingkan dengan nilai F tabel (tabel 25 dan 26) yang bernilai 2,847 pada taraf 5% dan 4,612 pada taraf 1%. Nilai F hitung > Nilai F tabel.

Analisa Duncan's Multipel Test

- a. Standar Error rata-rata

$$\text{Standar error} = \sqrt{\frac{\text{KT Error}}{\text{jumlah panelis}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,30}{31}}$$

$$= 0,20$$

b. Penentuan *LSR* (*Least Significant Ranges*)

P	2	3	4	5	6
<i>Ranges</i>	3,02	3,09	3,15	3,19	3,23
<i>Least Significant Ranges (LRS)</i>	0,604	0,618	0,63	0,638	0,646

Keterangan: Skala tingkat nyata 5% dengan derajat bebas galat (db error)

$120 = \infty$ diperoleh $LSR = Ranges \times$ Standar error rata-rata

c. Penentuan Signifikan Sampel

Tabel 19. Perbandingan Signifikansi Aroma Antarpelakuan Sampel

Perlakuan	TP5	TP4	TP3	TP2	TP1
Rata-rata	2,32	2,90	3,19	3,58	3,77
TP4-TP5	= 2,90-2,32	= 0,58	< 0,604	Jadi	TP4=TP5
TP3-TP5	= 3,19-2,32	= 0,87	>0,618	Jadi	TP3≠TP5
TP2-TP5	= 3,58-2,32	= 1,26	>0,63	Jadi	TP2≠TP5
TP1-TP5	= 3,77-2,32	= 1,45	>0,638	Jadi	TP1≠TP5
TP3-TP4	= 3,19-2,90	= 0,29	<0,604	Jadi	TP3=TP4
TP2-TP4	= 3,58-2,90	= 0,68	<0,618	Jadi	TP2=TP4
TP1-TP4	= 3,77-2,90	=0,87	>0,638	Jadi	TP1≠TP4
TP2-TP3	= 3,58-3,19	= 0,39	<0,604	Jadi	TP2=TP3
TP1-TP3	= 3,77-3,19	= 0,58	<0,618	Jadi	TP1=TP3
TP1-TP2	= 3,77-3,58	= 0,19	<0,604	Jadi	TP1=TP2

Keterangan: Jika lebih kecil (<), tingkat kesukaan panelis sama
Jika lebih besar (>), tingkat kesukaan panelis berbeda

Tabel 20. Hasil Penilaian kesukaan terhadap kerenyahan *cookies*

PANELIS	COOKIES				
	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
1	3	4	5	2	1
2	2	4	4	4	3
3	2	4	2	1	4
4	3	3	4	3	2
5	4	5	3	4	5
6	2	4	4	4	5
7	1	5	2	4	5
8	5	3	2	1	4
9	2	3	5	4	1
10	3	3	4	2	1
11	4	3	3	3	3
12	3	4	2	2	1
13	5	4	4	5	5
14	3	3	2	3	4
15	3	5	2	5	5
16	1	2	4	5	3
17	3	4	2	2	2
18	1	4	3	2	5
19	3	2	1	5	4
20	4	5	3	2	1
21	3	2	1	4	5
22	3	2	2	2	2
23	1	3	2	3	2
24	3	5	5	4	4
25	5	4	4	4	3
26	4	2	3	3	2
27	2	3	4	4	5
28	3	4	3	3	1
29	3	5	4	2	3
30	5	3	4	2	1
31	3	2	1	4	5
Total	92	109	94	98	97
Rata-rata	2.96	3.51	3.03	3.16	3.13

Faktor Koreksi (FK) =1549.032

Jumlah Kuadrat Sampel (JKS)=5.61

Jumlah Kuadrat Panelis (JKP)=51.76

Jumlah Kuadrat Total (JKT)=227.96

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)=170.58

Data yang diperoleh dimasukkan dalam tabel ANOVA

Tabel 21. Daftar Analisis Varian pada Kerenyahan Cookies

Sumber Keragaman	derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Sampel (perlakuan)	4	5.61	1.40	0.98
Panelis (blok)	30	51.76	1.72	
Galat (Error)	120	170.58	1,42	
Total	154	227.96		

Nilai F hitung dibandingkan dengan nilai F tabel (tabel 25 dan 26) yang bernilai 224,6 pada taraf 5% dan 5625 pada taraf 1%. Nilai F hitung < Nilai F tabel.

Tabel 22. Hasil Penilaian kesukaan terhadap tekstur *cookies*

PANELIS	COOKIES				
	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
1	3	4	5	2	1
2	3	4	3	3	4
3	3	5	4	2	1
4	2	4	2	2	1
5	4	5	4	3	4
6	3	1	2	5	4
7	4	5	2	3	1
8	5	2	3	1	4
9	3	4	5	2	1
10	4	3	3	2	2
11	3	3	3	3	3
12	3	5	2	2	2
13	4	4	5	5	5
14	3	3	3	3	3
15	5	3	5	5	2
16	1	2	4	5	3
17	4	4	3	2	2
18	1	2	4	5	3
19	4	5	3	2	1
20	4	5	3	2	1
21	4	5	3	2	1
22	3	3	2	4	2
23	1	5	4	3	1
24	3	4	4	3	4
25	5	4	4	3	3
26	4	3	3	3	2
27	2	4	3	3	5
28	3	4	2	1	1
29	5	4	4	3	3
30	5	2	3	4	1
31	4	5	3	2	1
Total	105	116	103	90	72
Rata-rata	3.38	3.74	3.32	2.90	2.32

Faktor Koreksi (FK) =1523.84

Jumlah Kuadrat Sampel (JKS)=36.60

Jumlah Kuadrat Panelis (JKP)=36.95

Jumlah Kuadrat Total (JKT)=218.15

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)=144.59

Data yang diperoleh dimasukkan dalam tabel ANOVA

Tabel 23. Daftar Analisis Varian pada Tekstur Cookies

Sumber Keragaman	derajat bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung
Sampel (perlakuan)	4	36.60	9.15	7,62
Panelis (blok)	30	36.95	1.23	
Galat (Error)	120	144.59	1,20	
Total	154	218.15		

Nilai F hitung dibandingkan dengan nilai F tabel (tabel 25 dan 26) yang bernilai 2,847 pada taraf 5% dan 4,612 pada taraf 1%. Nilai F hitung > Nilai F tabel.

Analisa Duncan's Multipel Test

- a. Standar Error rata-rata

$$\text{Standar error} = \sqrt{\frac{\text{KT Error}}{\text{jumlah panelis}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,20}{31}}$$

$$= 0,19$$

b. Penentuan *LSR* (*Least Significant Ranges*)

P	2	3	4	5	6
<i>Ranges</i>	3,02	3,09	3,15	3,19	3,23
<i>Least Significant Ranges (LRS)</i>	0,57	0,587	0,589	0,60	0,61

Keterangan: Skala tingkat nyata 5% dengan derajat bebas galat (db error)

$120 = \infty$ diperoleh $LSR = Ranges \times$ Standar error rata-rata

c. Penentuan Signifikan Sampel

Tabel 24. Perbandingan Signifikansi Tekstur Antarpelakuan Sampel

Perlakuan	TP5	TP4	TP3	TP1	TP2
Rata-rata	2,32	2,9	3,32	3,38	3,74
TP4-TP5	= 2,9-2,32	= 0,58	>0,57	Jadi	TP4≠TP5
TP3-TP5	= 3,32-2,32	= 1	>0,587	Jadi	TP3≠TP5
TP1-TP5	= 3,38-2,32	= 1,06	>0,59	Jadi	TP1≠TP5
TP2-TP5	= 3,74-2,32	= 1,42	>0,60	Jadi	TP2≠TP5
TP3-TP4	= 3,32-2,9	= 0,42	<0,57	Jadi	TP3=TP4
TP1-TP4	= 3,38-2,9	= 0,48	<0,587	Jadi	TP1=TP4
TP2-TP4	= 3,74-2,9	= 0,84	>0,59	Jadi	TP2≠TP4
TP1-TP3	= 3,38-3,32	= 0,06	<0,60	Jadi	TP1=TP3
TP2-TP3	= 3,73-3,32	= 0,42	<0,57	Jadi	TP2=TP3
TP2-TP1	= 3,74-3,38	= 0,36	<0,57	Jadi	TP2=TP1

Keterangan: Jika lebih kecil (<), tingkat kesukaan panelis sama
Jika lebih besar (>), tingkat kesukaan panelis berbeda

Tabel 25. Rasio Ragam 5% untuk Distribusi F

n2	n1												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.1
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66
4	7.71	6.95	6.59	6.39	6.26	6.18	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.68
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	4.64	3.57	3.51	3.44
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15
9	5.12	4.26	3.83	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.03	3.01	2.94
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.95
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84

Keterangan: n1= db sampel
n2= nilai F hitung

Tabel 26. Rasio Ragam 1% untuk Distribusi F

n2	n1												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
1	4052	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45
3	34.12	80.82	29.46	23.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.76	7.72	7.56	7.40
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	4.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36
9	10.56	8.02	6.00	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.82	3.66
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.52	3.37
16	8.53	6.23	5.20	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.31	3.16
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.15	3.00
20	8.16	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.03	2.88
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	2.98	2.83
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.93	2.78
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.89	2.74
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.85	2.70
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.81	2.66
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.87	2.73	2.57
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	2.52	2.37

Keterangan: n1= db sampel
n2= nilai F hitung

Lampiran 4. Angka Tabel Penetapan Kadar Sakarosa Menurut Luff-Schoorl

Tabel 28. Angka Tabel Penetapan Kadar Sakarosa Menurut Luff-Schoorl

mL Na ₂ S ₂ O ₃	Glukosa	Galaktosa	Laktosa	Maltosa
1	2,4	2,7	3,6	3,9
2	4,8	5,5	7,3	7,8
3	7,2	8,3	11,0	11,7
4	9,7	11,2	14,7	15,6
5	12,2	14,1	18,4	19,6
6	14,7	17,0	22,1	23,5
7	17,2	20,0	25,8	27,5
8	19,8	23,0	29,5	31,5
9	22,4	26,0	33,2	35,5
10	25,0	29,0	37,0	39,5
11	27,6	32,0	40,8	43,5
12	30,0	35,0	44,6	47,5
13	33,0	38,1	48,4	51,6
14	35,7	41,2	52,2	55,7
15	38,5	44,4	56,0	59,8
16	41,3	47,6	59,9	63,9
17	44,2	50,8	63,8	68,0
18	47,1	54,0	67,7	72,2
19	50,0	57,3	71,7	76,5
20	52,1	60,7	75,7	80,9
21	56,1	64,2	79,8	85,4
22	59,1	67,7	83,9	90,0
23	62,2	81,3	88,0	94,6

Sumber: Standar Industri Indonesia, Departemen Perindustrian Republik Indonesia

Lampiran 5. Pembuatan Larutan dan Pereaksi

1. Larutan HCl 3%

- a. Dipipet 83,33 mL HCl 36%
- b. Dimasukkan dalam labu takar 1 liter dan ditandabatkan dengan aquades.

2. Larutan NaOH 30%

- a. Ditimbang 300 gr NaOH dan dilarutkan dengan aquades
- b. Dimasukkan dalam labu takar 1 liter dan ditambahkan aquades hingga tanda batas.

3. Larutan Luff Schrool

- a. Ditimbang 25 gr CuSO_4 dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 100 mL, dimasukkan ke dalam gelas kimia dan diaduk hingga homogen.
- b. Ditimbang 50 gr Asam Sitrat dan dilarutkan dengan aquades 50 mL, dimasukkan dalam gelas kimia dan diaduk hingga homogeny.
- c. Ditimbang 388 g Na_2CO_3 dan dilarutak dengan aquades
- d. Ketiga larutan tersebut dimasukkan dalam labu takar 1 liter lalu ditambahkan dengan aquades hingga tanda batas.

4. Larutan Tio Sulfat 0,1 N dan standarisasi

- a. Ditimbang 15,8 gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ lalu dilarutkan dengan aquades
- b. Dimasukkan larutan tersebut dalam labu takar 1 liter dan dihimpitkan dengan aquades

Standarisasi Larutan Tio Sulfat

- a. Ditimbang $\pm 0,5$ g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dalam gelas kimia dan dilarutkan dengan aquades,
- b. Dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan dihimpitkan lalu dihomogenkan,
- c. Dipipet 25 mL ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 15 mL KI 20% dan 25 mL HCl 4 N.

- d. Dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga menunjukkan hasil yang mendekati titik akhir.

$$\text{N Natrium Tiosulfat} = \frac{\text{mg K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{volume peniter} \times \text{fp} \times \text{Bst} \times \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

5. Larutan HCl 0,1 N dan Standarisasi

- Dipipet 8,6 mL dari HCl.
- Dimasukkan dalam labu takar 1 liter dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

Standarisasi Larutan HCl

- Ditimbang borax sebanyak 0,5 gr
- Dimasukkan dalam Erlenmeyer dan dilarutkan dengan aquades 30 mL dan ditambahkan 3 tetes indikator mm,
- Ditetrasi dengan HCl 0,1 N hingga terjadi perubahan warna.

$$\text{N HCl} = \frac{\text{mg borax}}{\text{volume peniter} \times \text{fp} \times \text{Bst borax}}$$

6. Larutan KI 30%

- Ditimbang 30 gram KI dan dilarutkan dengan aquades
- Dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas.

7. Larutan H_2SO_4 1,25%

- Dipipet 6,37 mL dari H_2SO_4
- Dimasukkan dalam labu takar 500 mL dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

8. Larutan NaOH 3,25%

- a. Ditimbang 32,5 g NaOH dan dilarutkan dengan aquades
- b. Dimasukkan dalam labu takar 1 liter dan ditambahkan aquades hingga tanda batas

9. Larutan Asam Borat 2%

- a. Ditimbang asam borat (H_3BO_4) 20 g dan dilarutkan dengan aquades
- b. Dimasukkan dalam labu takar 1 liter dan ditambahkan aquades hingga tanda batas

10. Indikator Kanji

- a. Ditimbang kanji sebanyak 1 g.
- b. Dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan dengan 100 mL aquades
- c. Dipanaskan sambil diaduk hingga larutan kanji bening

11. Larutan H_2SO_4 4N

- a. Dipipet 54,5 mL H_2SO_4 98%
- b. Dimasukkan dalam labu takar 500 mL dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas

Lampiran 5. Dokumentasi

1. Pembuatan Tepung Kontrol



a

b



c

2. Modifikasi Tepung Pisang tanpa *Autoclaving*



a

b



c

3. Modifikasi Tepung Pisang dengan *Autoclaving*



a



b



c

4. Fermentasi 30 jam



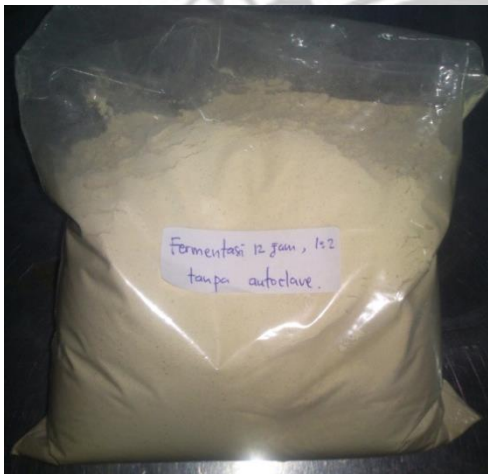
5. Tepung Pisang Modifikasi



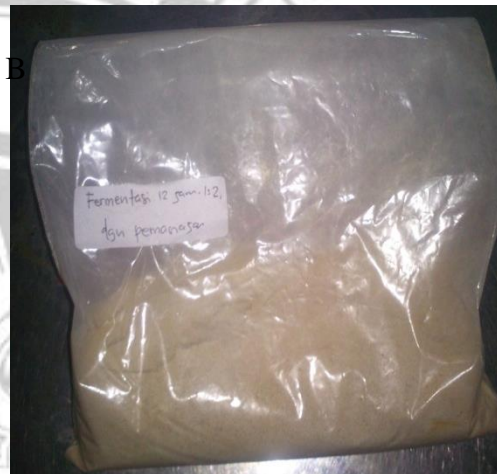
a



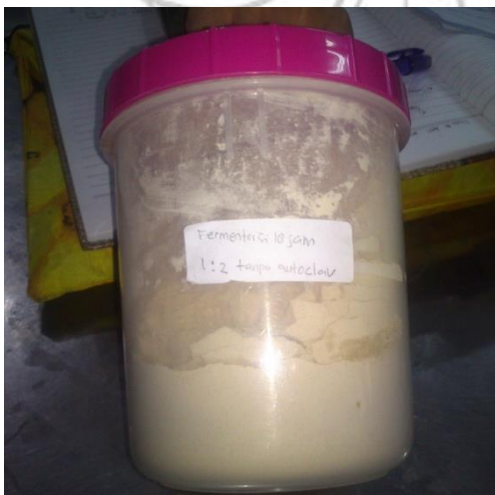
b



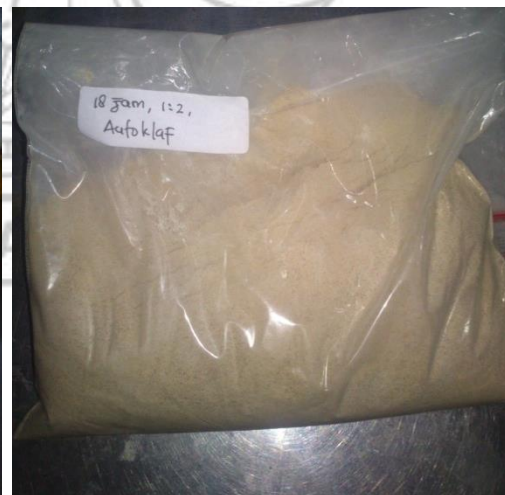
c



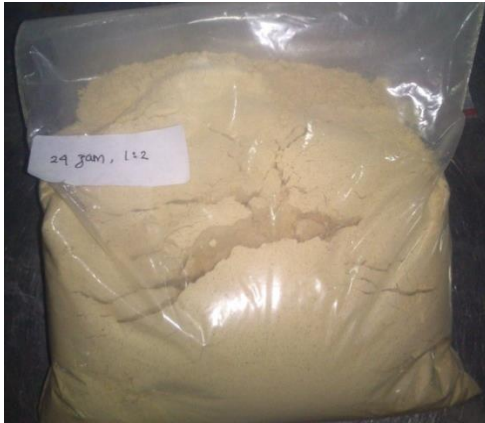
d



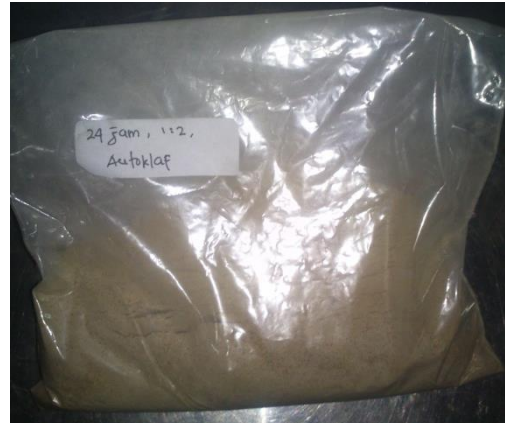
e



f



g



h

6. Cookies



a



b



c

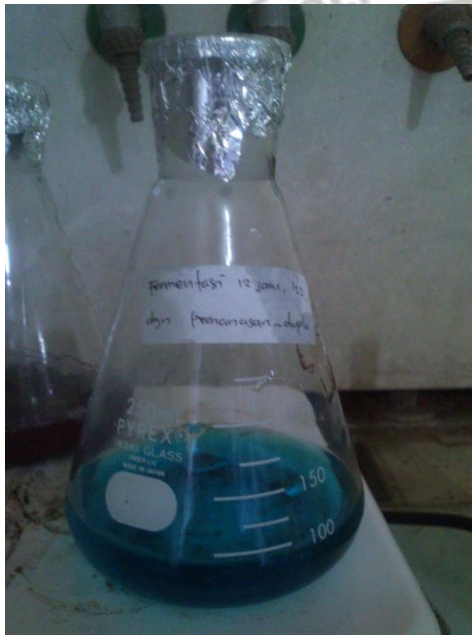


d



e

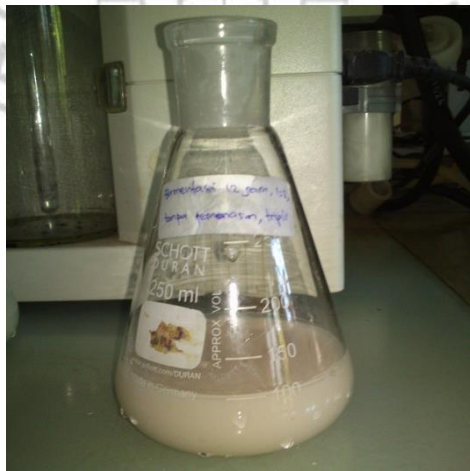
7. Analisa Kualitas Cookies



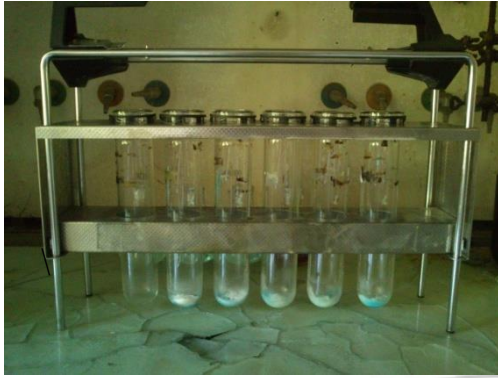
a



b



c



d



e



f



g



h



i



j



Keterangan:

1. Pembuatan Tepung Kontrol
 - a. Sebelum Pengeringan
 - b. Setelah Pengeringan
 - c. Tepung Kontrol
2. Modifikasi Tepung Pisang tanpa *Autoclaving*
 - a. Proses Fermentasi
 - b. Sebelum Pengeringan
 - c. Setelah Pengeringan
3. Modifikasi Tepung Pisang dengan *Autoclaving*
 - a. Proses Fermentasi
 - b. Setelah *Autoclaving*
 - c. Setelah Pengeringan
4. Fermentasi 30 jam
5. Tepung Pisang Modifikasi
 - a. Fermentasi 10 jam
 - b. Fermentasi 10 jam dengan *Autoclaving*
 - c. Fermentasi 12 jam
 - d. Fermentasi 12 jam dengan *Autoclaving*
 - e. Fermentasi 18 jam
 - f. Fermentasi 18 jam dengan *Autoclaving*
 - g. Fermentasi 24 jam
 - h. Fermentasi 24 jam dengan *Autoclaving*

6. Cookies

- a. TP1 = 100% Tepung Terigu : 0% TPM
- b. TP2 = 75% Tepung Terigu : 25% TPM
- c. TP3 = 50% Tepung Terigu : 50% TPM
- d. TP4 = 25% Tepung Terigu : 75% TPM
- e. TP5 = 0% Tepung Terigu : 100% TPM

7. Analisa Kualitas *Cookies*

- a. Analisa Karbohidrat
- b. Analisa Karbohidrat
- c. Analisa Karbohidrat
- d. Analisa Protein
- e. Analisa Protein
- f. Analisa Serat Kasar
- g. Analisa Serat Kasar
- h. Analisa Kadar Air
- i. Analisa Kadar Air
- j. Analisa Kadar Lemak

