

**SUBSTITUSI TEPUNG SORGHUM (*Sorghum bicolor* L)
PADA PEMBUATAN KERUPUK**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu
Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



UNITAS UPY POKOKSIKKAAS
UNIVERSITAS JEMBER

Oleh : Terima : Hadiah
: No. Induk : Pembelian
: 16 DEC 2003

9
Klass
664.02
RAT
s
e.1

Rahmita Ratnawati
NIM : 991710101085

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2003**

Dosen Pembimbing :

Yuli Witono, S.TP, MP (DPU)

Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng (DPA I)

Ir.Wiwik Siti Windrati, MP (DPA II)

MOTTO

**“Memiliki alat adalah melaksanakan separuh pekerjaan.”
“Alat adalah penyelesaian masalah, bukan penambah masalah.”**

*Nikmat yang sesungguhnya bukan dari ada dan tiada,
melainkan dari sikap terhadap ada dan tiada*

Jadilah diri sendiri

*Kekuatan dan keindahan pribadi seseorang
terletak pada keikhlasannya*

“Berumah tangga adalah kendaraan untuk mendekat kepada Allah”

PERSEMBAHAN

Karya Ilmiah ini kupersembahkan untuk :

Allah dan Rasul Nya yang telah memberikan cahaya dalam hatiku, sehingga aku sabar menjalani kehidupan ini.

Ayahanda Ir. Wahyudi Abdullah dan Ibunda Titik Umi Ichwati yang telah memberikan cinta, kasih sayang, perhatian tulus, nasehat serta doa, yang tiada hentinya kepada nanda sampai kapan jua. Semoga nanda dapat membalas budi baik dan membahagiakan kalian kelak. Amien.

Dosen pembimbingku yang kuhormati, terima kasih atas segala nasehat dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi. Jasamu akan kuingat selalu sampai kapanpun!

Almamaterku yang kubanggakan.

Terima kasih yang tak terhingga kupersembahkan untuk :

Decky Zulheron Taufikkhurrakhman, ST. sahabat sejutiku yang selalu memberikan CINTA, SUPPORT, KRITIK dan DOA dalam perjalanan studiku. I ♥ YOU FULL!

Nenekku 'Amiyah' DAN 'Ibu Ratnawati', matur nuwun atas nasehat dan dukungan kepada nanda. Pesannya akan selalu kuingat dan kupegang selalu.

Mas Yoni Eza, Mbak Rina, Adik Anisa yang manis – manis. Semoga kita tetap menjadi saudara yang kompak dan dapat membahagiakan orang tua kita.

Muhammad Arya Ramadhan. Keponakanku yang cakep, manis, pintar terkadang nakal. Temani Tante Mita selalu, bermain game sonic biar kesal dan suntuknya hilang.OK.

Anne Rachmawati, partnerku PKN dan KKN, thank's for all. Denganmu semua menjadi lebih mudah dan enjoy untuk dijalani. Akhirnya kita bisa wisuda bareng.

Noni Amilda, canda dan tawa bersamamu dari SMP, SMA, MAHASISWA selalu indah bila kuingat. Semoga kita tetap bersahabat. KEEP SMILE !

Irza Azizah, Ita Meylina, Rika Ferdian, kebaikan kalian menjadikan aku lebih dewasa. Semoga kita tidak saling melupakan.

Khairine APT.Resvathi. Dimas. Santi Kartika. Reini Eka. Thank's a lot, karena pengertian dan bantuan kalian terselesainya skripsi ini.

Bpk. Heri Pudjono, Mbak Wim dan Mas Mistar. Terima kasih telah membantuku selama melakukan penelitian.

Angkatan '99, tetap kompak dan selalu jaga nama baik kita !

Seluruh Dosen di Fakultas Teknologi Pertanian yang telah menambah wawasan dan pengetahuan. Semoga ilmu yang kauberikan dapat menjadi bekal dalam mencapai cita-cita dan masa depan.

Diterima oleh :

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

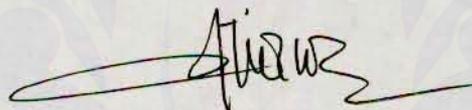
Dipertanggung jawabkan pada :

Hari dan Tanggal : Sabtu, 8 November 2003

Jam : 08.00 WIB

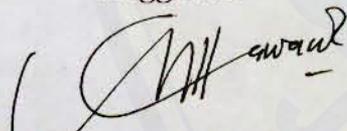
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji :
Ketua



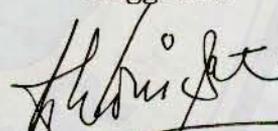
Yuli Witono, S.TP, MP
NIP. 132 206 028

Anggota I



Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng
NIP. 132 158 433

Anggota II



Ir. Wiwik Siti Windrati, MP
NIP. 130 787 732

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ira Hj. Siti Hartanti, MS
NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “ **Subtitusi Tepung Sorghum (*Sorghum bicolor L*) Pada Pembuatan Kerupuk** “.

Tujuan penyusunan skripsi ini disamping sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, juga sebagai salah satu pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu melakukan penelitian yang berguna bagi masyarakat.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah dibantu oleh berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian yang telah memberikan izin penelitian.
3. Bapak Yuli Witono, S.TP, MP, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah sepenuh hati membimbing, mengarahkan, memberi kemudahan dan bantuan yang tiada terhingga bagi penulis selama penyusunan skripsi demi kesempurnaan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Ibu Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I) dengan segenap hati, penuh pengertian dan perhatian, banyak memberikan bantuan, membimbing dan mengarahkan penulis demi kesempurnaan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Wiwik Siti Windrati, MP, selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II) dengan segenap hati memberikan koreksi, saran dan dukungan demi sempurnanya skripsi ini.
6. Bapak Ir. Noer Novijanto, Mapp. Sc, selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan saran selama penulis sebagai mahasiswa.

7. Seluruh teknisi laboratorium, Mbak Wim, Mas Mistar, Mas Mutasor, Mas Dian, Mbak Ketut, Mbak Sari dan Mbak Widi, yang telah banyak membantu selama penelitian.
8. Seluruh staf dan karyawan di Fakultas Teknologi Pertanian yang telah banyak membantu penulis selama studi,
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun, demi tercapainya kesempurnaan skripsi ini.

Dan akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat menambah wawasan serta pengetahuan bagi siapa saja yang membaca skripsi ini. Amin.

Jember, November 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sorghum	3
2.2 Tepung Sorghum	4
2.3 Tepung Tapioka	5
2.4 Kerupuk	6
2.5 Mutu Kerupuk	7
2.6 Proses Pembuatan Kerupuk	9
2.7 Perubahan-Perubahan Yang Terjadi Selama Proses Pembuatan Kerupuk	10
2.7.1 Gelatinisasi dan Retrogradasi	10
2.7.2 Pencoklatan (Browning)	11
2.7.3 Pengembangan Kerupuk	12
2.8 Hipotesis	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	14

3.1.1	Bahan Penelitian	14
3.1.2	Alat Penelitian	14
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.3	Metode Penelitian.....	14
3.3.1	Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.3.2	Rancangan Percobaan.....	18
3.4	Parameter Pengamatan	18
3.5	Prosedur Analisa	19
3.5.1	Kadar Air.....	19
3.5.2	Tekstur.....	19
3.5.3	Warna	19
3.5.4	Daya Kembang	19
3.5.5	Daya Serap Minyak	20
3.5.6	Pengujian Organoleptik.....	20
3.5.7	Kenampakan Permukaan Kerupuk	21
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	Kadar Air.....	22
4.1.1	Kerupuk Mentah.....	22
4.1.2	Kerupuk Matang.....	23
4.2	Warna.....	24
4.2.1	Kerupuk Mentah.....	24
4.2.2	Kerupuk Matang.....	25
4.3	Daya Kembang.....	26
4.4	Tekstur	27
4.5	Daya Serap Minyak.....	29
4.6	Uji Organoleptik.....	29
4.6.1	Warna (Kecerahan).....	29
4.6.2	Kerenyahan.....	30
4.6.3	Rasa	31
4.7	Kenampakan Permukaan Kerupuk	32
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	34
4.8	Kesimpulan.....	34
4.9	Saran.....	34

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Komponen Gizi Biji Sorghum.....	4
2.	Komposisi Kimia Tepung Tapioka per 100 gram Bahan.....	5
3.	Syarat Mutu Kerupuk Menurut SII 0272-90.....	7



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Diagram Alir Pembuatan Tepung Sorghum	15
2.	Diagram Alir Pembuatan Kerupuk	17
3.	Histogram Nilai Rata-rata Kadar Air Kerupuk Mentah Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	22
4.	Histogram Nilai Rata-rata Kadar Air Kerupuk Matang Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	23
5.	Histogram Nilai Rata-rata Warna Kerupuk Mentah Pada Berbagai Penambahan Tepung Sorghum	24
6.	Histogram Nilai Rata-rata Warna Kerupuk Matang Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	25
7.	Histogram Nilai Rata-rata Daya Kembang Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	26
8.	Histogram Nilai Rata-rata Tekstur Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	28
9.	Histogram Nilai Rata-rata Daya Serap Minyak Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	29
10.	Histogram Nilai Rata-rata Sifat Organoleptik Warna Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	30
11.	Histogram Nilai Rata-rata Sifat Organoleptik Kerenyahan Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	31
12.	Histogram Nilai Rata-rata Sifat Organoleptik Rasa Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum	32
13.	Kenampakan Permukaan Kerupuk	33

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Data Kadar Air Kerupuk Mentah dengan Substitusi Tepung Sorghum.....	38
2.	Data Kadar Air Kerupuk Matang dengan Substitusi Tepung Sorghum.....	38
3.	Data Warna Kerupuk Mentah dengan Substitusi Tepung Sorghum.....	38
4.	Data Warna Kerupuk Matang dengan Substitusi Tepung Sorghum.....	39
5.	Data Daya Kembang Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum	39
6.	Data Tekstur Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum	39
7.	Data Daya Serap Minyak dengan Substitusi Tepung Sorghum.....	40
8.	Data Organoleptik Warna Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum ..	40
9.	Data Organoleptik Kerenyahan Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum	40
10.	Data Organoleptik Rasa Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum	41
11.	Lembar Panelis untuk Uji Organoleptik.....	42

RAKHMITA RATNAWATI CAESARI (991710101085), “Substitusi Tepung Sorghum (*Sorghum bicolor* L) Pada Pembuatan Kerupuk”, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, dengan Dosen Pembimbing Utama (DPU) **Yuli Witono, S.TP. MP** dan Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I) **Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng**, Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II) **Ir. Wiwik Siti Windrati, MP**

RINGKASAN

Pengolahan tepung sorghum menjadi kerupuk akan meningkatkan nilai ekonomis dari biji sorghum. Sebagai produk non beras tepung sorghum masih belum dikenal oleh masyarakat luas maka dengan mengolahnya menjadi kerupuk, tepung sorghum akan dikenal oleh masyarakat terutama ibu-ibu rumah tangga. Kerupuk merupakan lauk dan makanan ringan dengan rasa gurih dan enak sehingga makanan ini sangat populer dan digemari oleh masyarakat di kota besar dan pelosok desa. Bahan dasar pembuatan kerupuk umumnya mengandung amilopektin yang tinggi. Daya kembang kerupuk sangat dipengaruhi oleh amilopektin. Jumlah penambahan tepung sorghum akan mempengaruhi sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung sorghum terhadap sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan serta menentukan substitusi tepung sorghum yang maksimal dengan sifat-sifat kerupuk yang masih baik.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif dengan 6 perlakuan diulang tiga kali, terdiri atas penggunaan tepung sorghum 0%; 20%; 40%; 60%; 80% dan 100%. Pengamatan yang dilakukan meliputi : kadar air, warna, tekstur, daya kembang, daya serap minyak, serta sifat organoleptik warna, kerenyahan dan rasa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penambahan tepung sorghum pada pembuatan kerupuk terjadi perubahan terhadap kadar air, warna, tekstur, daya kembang, daya serap minyak dan sifat organoleptik kerupuk. Substitusi tepung sorghum dengan perlakuan A1 (penambahan tepung sorghum sebanyak 20%) menghasilkan kerupuk dengan sifat yang masih baik.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sorghum (*Sorghum bicolor* L) merupakan salah satu bahan pangan sumber karbohidrat yang potensial untuk dikembangkan terutama di daerah masyarakat berpenghasilan rendah (Mudjisihono dan Suprpto, 1987). Selain dikonsumsi sebagai makanan pokok, biji sorghum juga berhasil diolah menjadi tepung, namun pemanfaatannya masih terbatas pada produk pangan tradisional.

Salah satu kendala penggunaan sorghum sebagai bahan pangan adalah struktur biji sorghum yang memiliki kulit biji yang keras dengan sifat kulit yang sangat lekat dengan daging biji, sehingga sukar untuk dikelupas (Mudjisihono, 1991). Menurut Rooney *et.al.*, 1977 dalam Mudjisihono (1991), penggunaan alat penyosoh beras tipe abrasive sangat baik untuk memisahkan bekatul dan lembaga. Aksi kikisan ini dapat menghilangkan lapisan perikarpium dalam proporsi yang tinggi pada bagian corneus endosperm dengan membatasi sekecil mungkin butir pecah.

Proses penyosohan biji sorghum menghasilkan biji sorghum sosoh. Selanjutnya biji sorghum ini dapat ditingkatkan daya gunanya dengan dibuat menjadi tepung. Mengingat kandungan pati terutama amilopektin pada biji sorghum cukup tinggi sehingga dapat diolah menjadi berbagai produk olahan diantaranya kerupuk. Disamping itu tepung sorghum juga mempunyai kandungan gizi yang lain, seperti: protein, serat kasar, lemak dan vitamin serta mineral yang mendukung peningkatan nilai gizi kerupuk.

Kerupuk merupakan makanan ringan yang populer dan sangat disenangi seluruh lapisan masyarakat Indonesia baik di kota-kota besar maupun di pelosok-pelosok desa dan mulai orang tua sampai anak balita (Sofiah, 1998). Bagi masyarakat kalangan menengah ke atas, kerupuk dikenal sebagai makanan camilan, sedangkan masyarakat kalangan menengah ke bawah, sangat akrab sebagai pendamping makan nasi atau lauk. Selain harganya sangat murah kerupuk ini mempunyai daya tarik luar biasa yaitu sifatnya yang renyah sewaktu dimakan.



Bahan baku kerupuk pada dasarnya adalah tepung berpati, oleh karena itu beberapa jenis bahan yang kaya akan pati, misalnya tapioka, tepung terigu dan sebagainya telah banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kerupuk. Cita rasa dan nilai gizi kerupuk bertambah jika ditambahkan bahan-bahan lain seperti udang, ikan dan tidak menutup kemungkinan menggunakan tepung sorghum. Oleh karena itu tepung sorghum akan sangat mempengaruhi mutu kerupuk yang dihasilkan.

1.2 Permasalahan

Tepung sorghum mengandung pati yang cukup tinggi sehingga mempunyai potensi untuk digunakan sebagai substitusi tepung tapioka dalam pembuatan kerupuk. Namun seberapa jauh penambahan atau substitusi tepung sorghum maksimal sehingga dihasilkan kerupuk dengan sifat-sifat yang baik masih belum diketahui.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh substitusi tepung sorghum terhadap sifat kimia, fisik, fisiko kimia dan organoleptik kerupuk.
2. Mendapatkan jumlah substitusi tepung sorghum yang maksimal pada pembuatan kerupuk dengan sifat-sifat kerupuk yang masih baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang penggunaan tepung sorghum pada pembuatan kerupuk.
2. Meningkatkan daya guna tepung sorghum.
3. Sebagai salah satu diversifikasi produk makanan, khususnya yang berasal dari tepung sorghum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sorghum

Tanaman sorghum (*Sorghum bicolor* L) termasuk famili Gramineae atau rerumputan. Tanaman lain yang termasuk dalam famili Gramineae diantaranya adalah tanaman padi, jagung dan tebu (Rismunandar, 1974).

Sistematika tanaman sorghum adalah sebagai berikut :

Divisi Spermatophyta
Kelas Monocotyledonae
Ordo Graminales
Famili Graminae
Genus Sorghum
Species *Sorghum bicolor* L

Biji sorghum pada umumnya berbentuk bulat lonjong atau bulat telur yang terdiri atas tiga bagian utama yaitu kulit luar, lembaga dan endosperma. Susunan dari bagian-bagian bijinya masing-masing adalah kulit luar 8 persen, lembaga 10 persen, dan endosperma 82 %. Ukuran bijinya kira-kira 4,0 x 2,5 x 3,5 mm dan berat bijinya bervariasi dari 8 mg sampai 50 mg dengan rata-rata 28 mg. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, maka biji sorghum digolongkan sebagai biji berukuran kecil (8 – 10 mg), medium (12 – 24 mg), dan besar (25 - 35 mg). Kulit bijinya ada yang berwarna putih, merah atau coklat. Setiap 100 gram biji sorghum mengandung kalori 332, protein 11 %, lemak 3,3 % dan karbohidrat 73 % (Mudjisihono dan Suprpto, 1987).

Sorghum dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu *waxy sorghum* (jenis ketan) dan *non waxy sorghum* (jenis beras). Menurut Mudjisihono (1981) kandungan zat pati biji sorghum bervariasi dari 68 sampai 73 %. Pati adalah komponen terbanyak dalam biji setelah itu protein. Kadar amilosa sorghum jenis beras berkisar antara 21 - 28 % dengan rata-rata 25 %, sedang jenis ketan berkisar antara 1 - 2 %. Tidak ada jenis sorghum yang mempunyai kadar amilosa lebih dari 28 %. Pati dalam biji sorghum jenis ketan semuanya terdiri dari amilopektin.



Sorghum jenis beras dapat dimasak sebagai nasi beras, bubur, dan bentuk – bentuk olahan lainnya. Sedangkan sorghum jenis ketan yang rasanya pulen seperti ketan dapat dimanfaatkan untuk pembuatan makanan tradisional seperti tape, wajik, lemper, rengginang dan lain – lainnya.

2.2 Tepung Sorghum

Tepung sorghum dapat diperoleh dari penggilingan beras sorghum dalam mesin-mesin yang dilengkapi dengan silinder-silinder besi yang tajam dan licin. Tepung sorghum dalam penganekaragaman pangan dipakai sebagai bahan campuran pada tepung terigu yang sekarang dikenal dengan terigum. Lalu para ahli teknologi makanan mampu menciptakan bentuk makanan dari terigum ini, entah berwujud roti, kue atau mie yang sangat praktis, bisa disiapkan oleh masyarakat kita di pedesaan (Mudjisihono, 1982).

Pengembangan bentuk olahan baru dari tepung sorghum perlu didukung pula dengan adanya modifikasi beberapa resep makanan yaitu dengan mengadakan pencampuran antara tepung sorghum dengan tepung sereal lainya seperti terigu, tapioka, jagung, dan lain-lainnya.

Kualitas tepung harus diperhatikan untuk mencapai hal tersebut dimana persyaratannya, kadar lemak tidak lebih dari 1%, kadar serat kasar kurang dari 0,5% dan kadar abu serendah mungkin (kurang dari 0,5%).

Tabel 1. Komponen Gizi Biji Sorghum

Komponen gizi	Sebelum Digiling (%)	Sesudah Digiling (%)
Kadar air	10,1	10,2
Protein	9,5	7,8
Lemak	1,9	1,0
Serat Kasar	2,1	0,4
Kalsium	39,2	20,2
Fosfor (mg)	275,8	124,2
Tiamin (u/100 g)	350,0	210,0

Sumber : Mudjisihono dan Djoko, 1987

Disamping itu dalam bentuk tepung akan mempunyai beberapa keuntungan, seperti sebagai pembawa vitamin dan mineral serta dapat dicampur dengan berbagai jenis tepung lainnya untuk memperoleh nilai gizi dan bentuk olahan yang dikehendaki.

2.3 Tepung Tapioka

Tapioka merupakan granula-granula pati yang terdapat di dalam sel umbi ketela pohon yang telah dipisahkan dari komponen lainnya (Wiriano,1984). Sedangkan menurut Anonim (1985), tepung tapioka adalah tepung yang dibuat dari ubi kayu (*manihot esculenta*) setelah melalui cara pengolahan seperti pencucian, pengupasan, penghancuran, pengendapan dan pengeringan.

Adapun komposisi kimia tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Tepung Tapioka per 100 gram Bahan

KOMPOSISI	JUMLAH (per 100 gr bahan)
Kalori	307 kal
Karbohidrat	88,2 gr
Protein	1,1 gr
Lemak	0,5 gr
Air	9,1 gr
Kalsium	84,0 mg
Phosfor	125,0 mg
Besi	1,0 mg
Vitamin B1	0,04 mg

Sumber : Anonim (1985)

Menurut Somaatmaja (1984) dengan kandungan patinya yang tinggi yaitu sekitar 85 – 87% dan sifatnya yang mudah membengkak dalam air panas dengan membentuk kekentalan yang dikehendaki, tapioka banyak dipergunakan dalam berbagai industri makanan baik sebagai sumber karbohidrat maupun sebagai bahan pengental. Sedangkan produk-produk makanan yang biasa dibuat dari tapioka antara lain adalah berbagai macam kerupuk, bihun, kue-kue dan mutiara tapioka.

Granula pati tapioka mempunyai struktur yang sama dengan kentang, berukuran $5 \mu - 35 \mu$, tersusun atas 20% amilosa dan 80% amilopektin. Salah satu sifat penting dari pati adalah kemampuannya dalam membentuk gel (Wiriano, 1984). Sifat ini akan berpengaruh terhadap proses pembuatan kerupuk terutama pada saat pengukusan yang diharapkan tapioka akan berperan dalam proses gelatinisasi yang sempurna, karena ukuran granula yang cukup besar dan kandungan amilopektin yang besar.

2.4 Kerupuk

Indonesia dikenal sebagai negara yang menghasilkan berbagai macam kerupuk seperti; kerupuk udang, kerupuk ikan, kerupuk rambak, kerupuk singkong, dan lain-lain. Kerupuk dipasarkan baik dalam keadaan mentah maupun dalam keadaan sudah matang. Sebagai gambaran untuk daerah Bangka, Palembang, dan sekitarnya, kerupuk ikan tengiri lebih dikenal sebagai kerupuk atom, biasa dipasarkan dalam keadaan sudah digoreng (Sofiah, 1988).

Kerupuk merupakan makanan khas orang Indonesia dan tersebar luas ke seluruh pelosok desa. Pada awalnya, kerupuk digunakan sebagai lauk dan kini ada kecenderungan sebagai makanan camilan (Nirawan, 1992). Kerupuk tidak hanya digemari di Indonesia tetapi sudah dikenal di Belanda, Canada, Perancis, Amerika Serikat dan negara-negara barat lainnya.

Menurut Standart Industri Indonesia (SII) kerupuk merupakan produk makanan kering yang dibuat dari tapioka atau sagu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain, harus dipersiapkan dengan cara menggoreng atau memanggang sebelum dipanaskan (Nirawan, 1992). Di dalam pembuatan kerupuk pati tersebut harus mengalami gelatinisasi dengan cara menambahkan air panas dan mengukus adonan yang terbentuk. Terjadinya proses gelatinisasi tersebut, diharapkan akan diperoleh volume pengembangan tertentu pada proses penggorengan (Sofiah, 1988).

Kerupuk dibedakan dalam dua kelompok besar, yaitu kerupuk kasar dan kerupuk halus. Kerupuk kasar dibuat dari bahan utama pati dengan ditambah bumbu-bumbu sedangkan kerupuk halus selain dibuat dari bahan dasar utama dari bumbu-bumbu, juga sering ditambahkan udang, ikan, susu, atau telur ke dalamnya (Saraswati, 1981).

Ditinjau dari sumber protein yang digunakan, dikenal berbagai jenis kerupuk yaitu kerupuk ikan, kerupuk udang, kerupuk hasil laut dan kerupuk nabati. Selain itu dikenal pula kerupuk yang tidak bersumber protein yang disajikan dalam bentuk dan warna yang lebih menarik, misalnya kerupuk aci, kerupuk rambak, kerupuk usus dan lain-lain. Menurut bentuknya, kerupuk dibagi menjadi dua kelompok yaitu kerupuk yang berbentuk mie dan berbentuk iris (Nirawan, 1992).

2.5 Mutu Kerupuk

Mutu melekat pada produk yang menjadi kebutuhan manusia, karena mutu berkaitan dengan sesuatu yang dapat memberikan kepuasan pada manusia si pemakai produk tersebut. Mutu suatu produk timbul karena masing-masing produk mempunyai nilai pemuas yang berbeda-beda antara satu dengan yang lain. Mutu tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor pemuas melainkan oleh beberapa sifat produk yang dapat dijadikan sebagai faktor pemuas bagi konsumen atau penilai (Trisunanto dan Saneto, 1994).

Mutu bahan pangan yang baik salah satunya harus mengandung senyawa gizi dalam jumlah yang cukup. Menurut Winarno (1992), kurangnya zat gizi dari berbagai bahan pangan dapat disebabkan oleh reaksi kimia atau pengaruh fisik dari luar. Kesalahan dalam penanganan dan pengolahan yang kurang tepat seringkali menyebabkan semakin rendahnya kandungan gizi dari bahan pangan tersebut.

Menurut Standart Industri Indonesia (SII) 0272-90, syarat mutu kerupuk seperti tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Kerupuk Menurut SII 0272-90

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Kerupuk Non Sumber Protein	Kerupuk Sumber Protein
1.	Keadaan bau, rasa, warna	-	Normal	Normal
2.	Keutuhan	% b/b	Min. 95	Min. 95
3.	Benda asing dan potongan dalam bentuk stadia	-	Tdk. nampak	Tdk. Nampak
4.	Air	% b/b	Max. 12	Max. 12
5.	Abu tanpa garam	% b/b	Max. 1	Max. 1
6.	Protein (N x 6,25)	% b/b	-	Min. 5

Sumber : Anonim (1985)

Menurut Budiman (1985), sifat-sifat yang mencerminkan mutu kerupuk adalah tekstur, citarasa dan kenampakan. Kandungan pati berkorelasi cukup tinggi dengan penilaian konsumen terhadap mutu kerupuk.

Kerenyahan merupakan sifat penting dalam produk hasil penggorengan seperti juga kerupuk. Tekstur pangan kering hasil penggorengan tergantung pada kemudahan terputusnya partikel-partikel penyusunnya bila dilakukan pengecilan ukuran, seperti misalnya pada penguyahan, tergantung pada ukuran dan kekakuan granula-granula pati yang sudah mengembang. Dengan demikian tingkat kerenyahan berhubungan dengan tingkat pengembangan bahan kering hasil penggorengan (Haryadi, 1990).

Kerupuk dikatakan mengembang jika seluruh keping kerupuk mengembang penuh dan merata, serta dihasilkan kerupuk goreng utuh dan renyah waktu dicicip. Kerupuk dikatakan gagal mengembang jika sebagian atau seluruh tidak mengembang (bantat) dan dihasilkan kerupuk goreng yang tidak renyah (keras). Kriteria kerupuk goreng demikian sesuai dengan ciri-ciri keberhasilan penggorengan kerupuk yang berlaku di masyarakat atau di rumah tangga (Soekarto, 1997).

Kerupuk yang baik adalah kerupuk yang mempunyai daya kembang besar pada saat digoreng. Volume pengembangan kerupuk dipengaruhi oleh kadar amilopektin dalam bahan baku yang digunakan untuk pembuatan kerupuk. Makin tinggi kadar amilopektin maka volume pengembangan kerupuk yang dihasilkan makin besar. Kerenyahan kerupuk meningkat seiring dengan peningkatan daya kembangnya (Djarmiko dan Tahir, 1985).

Kadar air kerupuk mentah setelah dikeringkan sangat terkait dengan mutu kerupuk yang dihasilkan, karena selain berpengaruh terhadap daya kembang serta kerenyahan kerupuk goreng yang dihasilkan juga mempengaruhi daya simpan kerupuk mentahnya (Setiawan, 1988). Menurut Trisunanto dan Saneto (1994), kadar air dalam bahan pangan mempengaruhi daya simpannya, karena pada batasan kadar air tertentu dapat memicu pertumbuhan mikroba yang bersifat merusak seperti; bakteri, ragi, dan kapang. Penyimpanan bahan pangan setengah kering, mikroba yang seringkali tumbuh adalah kapang, karena kapang membutuhkan *Aw* (*water activity*) yang relatif lebih kecil dibandingkan bakteri dan ragi.

2.6 Proses Pembuatan Kerupuk

Tahap pembuatan kerupuk secara garis besar meliputi pembuatan adonan, pencetakan, pengukusan, pendinginan, pengirisan dan pengeringan. Pembuatan adonan dilakukan dengan cara mencampur bahan baku tepung dan bumbu-bumbu dalam formulasi yang telah ditentukan. Pencampuran dilakukan sampai adonan benar-benar homogen. Adonan yang kurang homogen menyebabkan proses gelatinisasi tidak merata dan kerupuk yang dihasilkan nantinya kurang mengembang jika dilakukan penggorengan (Sofiah, 1988).

Pencetakan dilakukan dengan membentuk adonan sampai berbentuk silinder atau bentuk lain sesuai dengan keinginan. Selanjutnya adonan dikukus pada suhu 90°C sampai 100°C . Adonan telah masak apabila seluruh bagian telah berubah menjadi bening, dan mempunyai tekstur yang kenyal. Tahap selanjutnya adalah pendinginan adonan yang telah masak. Hal ini dimaksudkan agar adonan dapat diiris dengan baik, karena adonan yang masih panas bersifat lengket, sehingga sulit untuk diiris.

Pengirisan dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam atau menggunakan alat pengiris. Tebal irisan kurang lebih 2 mm. Irisan kerupuk kemudian dikeringkan dengan penjemuran atau dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan dengan penjemuran dilakukan selama 2 sampai 3 hari apabila cuaca cerah. Sedangkan pengeringan menggunakan alat pengering dilakukan pada suhu 50°C sampai 60°C (Wiriano, 1984).

Tahap pengeringan kerupuk pada dasarnya mempunyai dua tujuan, pertama untuk menurunkan kadar air sampai cukup rendah sehingga kerupuk dapat disimpan lebih lama. Kedua, pengeringan bertujuan untuk mendapatkan kadar air tertentu (6 – 13%) sehingga dapat memberikan tekanan uap air maksimum pada proses pengembangan apabila kerupuk mengalami penggorengan (Setiawan, 1988).

Sebelum dikonsumsi biasanya kerupuk digoreng dengan minyak, yang berfungsi sebagai medium pemanas, meratakan suhu dan berperan sebagai pemberi rasa gurih. Penggorengan kerupuk biasanya dilakukan dalam wajan dengan jumlah minyak yang berlebihan (10 gr kerupuk dalam 620 ml minyak goreng) pada suhu penggorengan sekitar 200°C , dengan lama penggorengan

sekitar 30 detik (Soekarto, 1997). Penggorengan merupakan tahap akhir dari proses pembuatan kerupuk. Perubahan yang terjadi selama penggorengan antara lain ; penguapan air, perubahan warna, tekstur dan aroma (Desrosier, 1988).

2.7 Perubahan-Perubahan yang Terjadi Selama Proses Pembuatan Kerupuk

Menurut Meyer (1960), perubahan sifat fisik adonan terjadi pada saat meningkatnya suhu air yakni pada saat pengukusan (proses pemasakan adonan), yang dapat diamati dengan terbentuknya gel yang lebih padat dan viskus atau elastis. Menurut Desrosier (1988), pada saat pengukusan tersebut akan terjadi perubahan karakteristik pati, yaitu pati akan mengalami gelatinisasi. Pada waktu yang sama akan terjadi pembentukan citarasa dan warna. Terjadinya perubahan warna pada proses pengolahan pangan pada umumnya disebabkan oleh adanya reaksi pencoklatan atau browning (Eskin *et. al.*, 1971).

Salah satu peran pati dalam pengolahan pangan adalah dalam pengendalian sifat-sifat tekstur dan reologi. Sifat tersebut ditentukan oleh adanya gelatinisasi dan retrogradasi.

Tahap akhir proses pembuatan kerupuk adalah penggorengan. Dalam proses penggorengan akan terjadi pertambahan volume atau pengembangan, dan terjadi perubahan warna (Wiriano, 1984).

2.7.1 Gelatinisasi dan Retrogradasi

Salah satu aspek terbesar penggunaan pati adalah berkaitan dengan lingkungan yang banyak mengandung air. Salah satu fungsi pati, terutama pada olahan pangan adalah dalam pengendalian sifat-sifat tekstur dan reologi. Sifat-sifat tersebut ditentukan oleh adanya gelatinisasi dan retrogradasi.

Mekanisme terbentuknya gel yang lebih padat dan viskus ini disebabkan karena molekul-molekul pati secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan hidrogen yang lemah. Naiknya suhu akan memutuskan ikatan tersebut dan di lain pihak akan meningkatkan energi kinetik molekul-molekul air yang sekaligus akan memperoleh ikatan hidrogen antar molekul-molekul air. Keadaan ini akan menyebabkan air menjadi bebas masuk diantara molekul-molekul pati, sehingga

ukuran partikel menjadi besar dan terjadi pengelembungan. Kemudian molekul-molekul pati yang berdekatan akan tarik-menarik membentuk jaringan tiga dimensi dan air terkurung di dalam jaringan. Terbentuknya jaringan tiga dimensi ini menyebabkan viskositas sistem dispersi air pati menjadi meningkat dan terbentuk suatu gel yang viskus. Peristiwa ini disebut *gelatinisasi* (Meyer, 1960).

Beberapa perubahan yang terjadi selama gelatinisasi pati dapat diamati. Mula-mula suspensi pati seperti susu, tiba-tiba mulai menjadi jernih pada suhu tertentu, tergantung jenis patinya. Terjadinya translusi pati tersebut biasanya diikuti dengan pembengkakan granula jika energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat daripada daya tarik-menarik antar molekul pati di dalam granula, air dapat masuk ke dalam butir-butir pati. Hal inilah yang menyebabkan bengkaknya granula tersebut (Winarno, 1980).

Bila pasta tersebut kemudian mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula. Dengan demikian mereka menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut *retrogradasi* (Winarno, 1995). Pasta umumnya akan meningkat viskositasnya selama pendinginan diikuti berkurangnya kejernihan bahkan beberapa pasta pati akan mengental, berbentuk kaku dan gelnya keruh.

2.7.2 Pencoklatan (Browning)

Reaksi perubahan warna yang terjadi selama pengolahan dan penyimpanan bahan pangan pada umumnya disebut pencoklatan atau browning (Eskin *et al.*, 1971). Pada umumnya proses pencoklatan dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu proses pencoklatan enzimatis dan non enzimatis. Reaksi pencoklatan enzimatis terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat senyawa fenolik antara lain katekin dan turunannya seperti tirosin, asam kafeat, dan asam klorogenat. Reaksi pencoklatan non enzimatis yaitu karamelisasi dan maillard (Winarno, 1991).

Proses karamelisasi merupakan browning non enzimatis dari gula-gula tanpa adanya asam amino atau protein. Proses ini terjadi jika gula dipanaskan di atas titik lelehnya dan berubah warnanya menjadi coklat disertai perubahan citarasa (Apani, 1984). Karamelisasi terjadi karena pemanasan gula pada suhu tinggi (170°C) sehingga membentuk fruktosan, glukosan, beberapa jenis asam, dan gelembung karbondioksida (CO_2) yang menghasilkan warna coklat (Winarno, 1983).

Jika karamelisasi ini berlangsung secara terkendali akan dihasilkan citarasa yang dikehendaki dan jika berlebihan produk akan terasa pahit. Namun jika dilihat dari sudut gizi sebenarnya browning ini dapat menurunkan nilai gizi dari bahan pangan (Apani, 1984).

Reaksi Maillard mula-mula diterangkan oleh seorang ahli kimia yaitu Maillard (1912) yang melihat terjadinya pigmen coklat melanoidin jika larutan gula dan glisin ini kemudian dikenal sebagai reaksi Maillard. Reaksi ini terjadi antara karbohidrat dengan gugus amina primer. Reaksi maillard berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut :

1. Suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino sehingga menghasilkan basa schiff yang kemudian mengalami siklisasi menjadi glikosilamin.
2. Glikosilamin berubah menjadi amino ketosa melalui reaksi amadori.
3. Dehidrasi dari hasil reaksi amadori membentuk turunan-turunan fulfuraldehid.
4. Dehidrasi selanjutnya menghasilkan metil alpha karbonil yang kemudian terurai menjadi reduktor dan alpha dikarboksil seperti metilglioksal,asetol, diasetil.
5. Aldehid aktif dari (3) dan (4) terpolimerisasi tanpa mengikut sertakan gugus amino (kondensasi aldol) atau dengan membentuk warna coklat.

2.7.3 Pengembangan Kerupuk

Fenomena volume pengembangan kerupuk disebabkan oleh peristiwa terlepasnya air yang terikat di dalam gel pati pada saat tahap penggorengan pada suhu dan selang waktu tertentu. Meningkatnya suhu pada saat penggorengan akan terjadi penguapan air (Muliawan, 1991).

Kemudian uap yang bertekanan tinggi tersebut akan mendorong dan mendesak jaringan gel untuk keluar. Akibatnya akan terjadi pengosongan ruang dalam jaringan pati yang nantinya akan membentuk kantung-kantung atau rongga-rongga udara pada kerupuk matangnya. Pada pati dengan kandungan amilopektin yang lebih tinggi akan menyebabkan air yang terikat dalam gel patinya akan lebih besar pula, sehingga mengakibatkan daya desak air terhadap jaringan gel pati menjadi lebih besar saat penggorengan dan daya kembang kerupuk akan semakin besar (Muliawan, 1991).

2.8 Hipotesis

1. Ada pengaruh substitusi tepung sorghum terhadap sifat kimia, sifat fisik, fisiko kimia dan organoleptik kerupuk .
2. Pada substitusi tepung sorghum dalam jumlah tertentu akan dihasilkan kerupuk dengan sifat-sifat yang masih baik.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain sorghum yang diperoleh dari Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember dan tepung tapioka cap "Gajah Laut". Untuk bahan yang lain adalah bawang putih, gula pasir, garam, telur, air, larutan NaOH 5%, dan minyak goreng cap "Filma".

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung dan kerupuk yaitu ayakan 100 mesh, penggiling sorghum, sendok, panci, kompor, plastik tipis bening, pencampur adonan, pisau.

Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisa adalah neraca analitis, botol timbang, gelas ukur 250 ml, oven, desikator, mortal, blender, stop watch, penjepit, penetrometer, dan color reader digital.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Pelaksanaannya pada bulan Juli 2003 sampai dengan September 2003.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

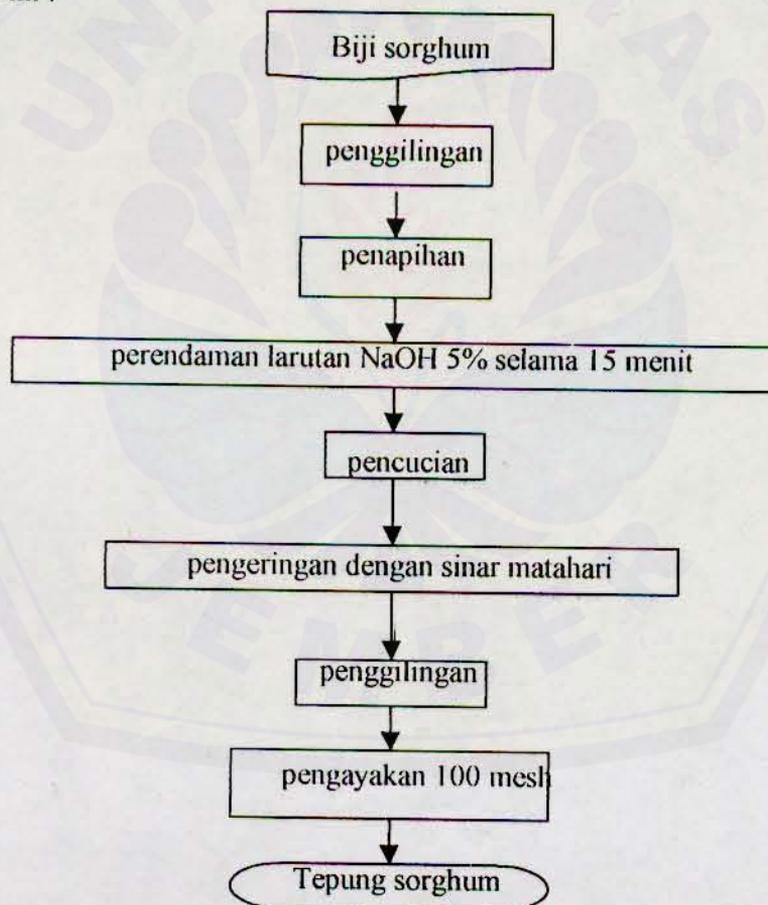
Penelitian dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan tepung sorghum dan tahap kedua adalah pembuatan kerupuk.

a. Pembuatan Tepung Sorghum

Sebelum penelitian inti, dilakukan penepungan terhadap biji sorghum. Biji sorghum yang diperoleh dipisahkan terlebih dahulu dengan kulitnya menggunakan

mesin penggiling. Pemisahan kulit ini dilakukan sebanyak 5 kali sampai kulit biji terlepas dari bijinya. Setelah itu biji sorghum disortasi dari kotoran-kotoran yang masih tertinggal seperti sekam dan batu kecil dengan jalan penampian. Selesai dibersihkan, biji sorghum direndam dalam larutan NaOH 5% selama 15 menit untuk menghilangkan kandungan tanin yang ditandai dengan terkelupasnya kulit biji dan lapisan testa selama perlakuan. Kemudian dicuci sampai bersih dengan air mengalir. Setelah itu biji sorghum dikeringkan dengan sinar matahari agar kandungan airnya berkurang dan mempermudah proses penepungan. Dari hasil penepungan, diayak menggunakan ayakan 100 mesh agar partikel tepung sorghum lebih halus dan seragam.

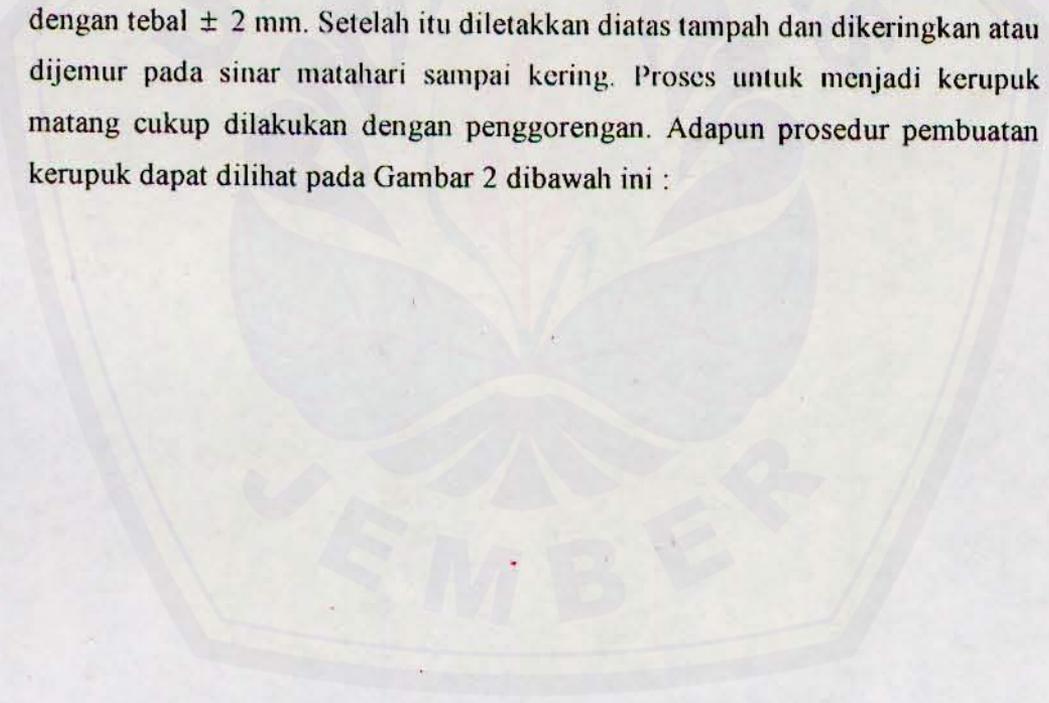
Adapun prosedur pembuatan tepung sorghum dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



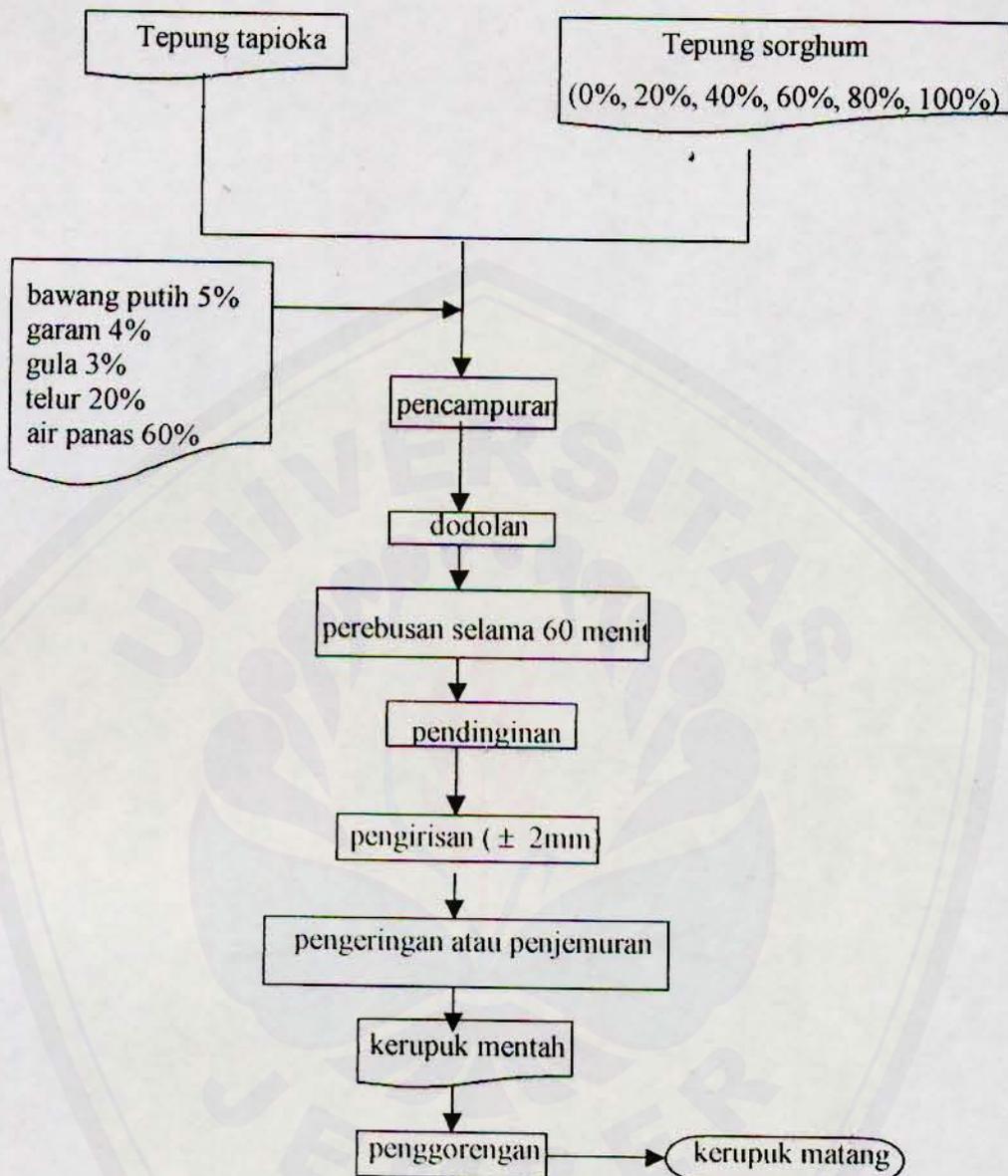
Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Sorghum

b. Pembuatan Kerupuk

Tahap pembuatan kerupuk yaitu pencampuran bahan baku, pembuatan adonan, pengukusan, pendinginan, pengirisan, dan penggorengan. Bahan yang digunakan dalam kerupuk ini yaitu tepung tapioka (0%, 80%, 60%, 40%, 20%, dan 100% dari berat adonan), tepung sorghum (100%, 20%, 40%, 60%, 80%, 0%), 3 g gula, 4 g garam, 5 g bawang putih, 20 g telur dan 60 ml air panas. Pada pencampuran bahan baku, bahan berbentuk tepung dicampur terlebih dahulu, kemudian telur dimasukkan dan diaduk-aduk. Selanjutnya bawang putih, gula, garam digerus menjadi satu dan diberi air panas, kemudian dimasukkan pada adonan tepung tadi secara bersamaan dan diuleni hingga tercampur merata atau kalis. Selanjutnya adonan dicetak bulat panjang dan direbus selama 60 menit. Setelah direbus, adonan didinginkan sampai menjadi keras, kemudian diiris dengan tebal ± 2 mm. Setelah itu diletakkan diatas tampah dan dikeringkan atau dijemur pada sinar matahari sampai kering. Proses untuk menjadi kerupuk matang cukup dilakukan dengan penggorengan. Adapun prosedur pembuatan kerupuk dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini :



JEMBER



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Kerupuk

3.3.2 Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan metode deskriptif (Suryabrata, 1989) dengan perlakuan sebanyak 6 level, yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Adapun perlakuannya adalah :

- A0 = penambahan tepung sorghum sebanyak 0 % + tepung tapioka 100 %
- A1 = penambahan tepung sorghum sebanyak 20 % + tepung tapioka 80 %
- A2 = penambahan tepung sorghum sebanyak 40 % + tepung tapioka 60 %
- A3 = penambahan tepung sorghum sebanyak 60 % + tepung tapioka 40 %
- A4 = penambahan tepung sorghum sebanyak 80 % + tepung tapioka 20 %
- A5 = penambahan tepung sorghum sebanyak 100 % + tepung tapioka 0 %

Hasil penelitian disusun dalam tabel, dianalisa dan dirata-rata dari seluruh ulangan kemudian dibuat dalam grafik histogram, untuk selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan hasil pengamatan.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :

- a. Kerupuk mentah
 - 1. Kadar air (metode pemanasan)
 - 2. Warna (dengan colour reader CR-10)
 - 3. Daya Kembang (metode Seed Displacement)
 - 4. Daya Serap Minyak
- b. Kerupuk matang
 - 1. Kadar air (metode pemanasan)
 - 2. Warna (dengan colour reader CR-10)
 - 3. Tekstur (dengan penetrometer)
 - 4. Uji organoleptik meliputi : warna (kecerahan), tekstur (kerenyahan) dan rasa dengan uji skoring.
- c. Kenampakan permukaan kerupuk mentah dan matang (metode pemotretan)

3.5 Prosedur Analisa

3.5.1 Kadar Air (Metode Pemanasan, Sudarmadji dkk, 1997)

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode pemanasan atau thermogravitasi yaitu dengan cara menimbang botol timbang yang telah dikeringkan dan didinginkan dalam eksikator (A gram), kemudian menimbang kerupuk yang telah dihaluskan sebanyak 1 - 2 gram dan dimasukkan dalam botol timbang (B gram). Selanjutnya dilakukan pengovenan pada suhu 100° - 110° C selama 24 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang kembali. Perlakuan ini diulangi hingga berat konstan (C gram). Apabila penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg atau 0,0002 gram.

Perhitungan :

$$KA (\%) = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

3.5.2 Tekstur

Pengujian tekstur pada kerupuk dilakukan dengan menggunakan alat yaitu penetrometer. Penusukan dilakukan dengan menggunakan jarum penetrometer sebanyak tiga kali pada tempat berbeda dengan waktu yang tetap.

3.5.3 Warna (Dengan Colour Reader CR-10, Fardiaz dkk, 1984)

Pengamatan sifat fisik yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengukuran berdasarkan pada warna atau kecerahan kerupuk baik kerupuk mentah maupun kerupuk matang. Setelah alat dihidupkan, dilakukan analisa dengan menempelkan ujung lensa ke permukaan kerupuk secara bergantian tiap ulangan sampel. Setelah menu target muncul ke layar, kemudian pencatatan nilai L, dimana L = nilai berkisar (0 - 100) yang menunjukkan warna hitam sampai putih.

3.5.4 Daya Kembang (Metode Seed Displamcement Test)

Pertama-tama mengukur biji sorghum dengan menggunakan garis hingga permukaan wadah atau gelas tempat sorghum rata. Kemudian mengambil beberapa kerupuk mentah dimasukkan dalam wadah atau gelas tersebut, biji yang tumpah

diukur dengan menggunakan gelas ukur (a ml). Kerupuk lalu digoreng, dimasukkan kembali pada wadah atau gelas yang berisi biji sorghum tersebut dan biji tumpah diukur kembali (b ml).

Perhitungan :

$$\text{Daya Kembang} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

3.5.5 Daya Serap Minyak (Nair *et al*, 1996)

Daya serap minyak adalah kemampuan bahan untuk menyerap minyak ketika dilakukan penggorengan. Perhitungan daya serap minyak menurut Nair *et al* (1996) dapat dilakukan dengan cara membandingkan berat bahan kerupuk setelah digoreng (B_2) dengan berat kerupuk sebelum digoreng (B_1).

Perhitungan :

$$\text{Daya serap minyak} = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

3.5.6 Pengujian Organoleptik

Pengujian organoleptik meliputi warna (kecerahan), tekstur (kerenyahan), dan rasa menggunakan uji skoring. Metode pengujian tersebut dilakukan dihadapan panelis disediakan 18 sampel kerupuk dan masing-masing sudah diberi kode 3 angka yang disusun secara acak.

a. Warna atau tingkat kecerahan

Warna kerupuk adalah kenampakan warna kerupuk setelah mengalami penggorengan. Jenjang skala uji skor warna (kecerahan) adalah :

5 = sangat cerah

4 = cerah

3 = agak cerah

2 = tidak cerah

1 = sangat tidak cerah

b. Tekstur atau tingkat kerenyahan

Tekstur yaitu penilaian tingkat kerenyahan dari kerupuk yang dinilai dengan gigitan dan ditandai dengan adanya bunyi pada saat kerupuk digigit. Jenjang skala uji skor tekstur (kenyahan) adalah :

- 5 = sangat renyah
- 4 = renyah
- 3 = agak renyah
- 2 = tidak renyah
- 1 = sangat tidak renyah

c. Rasa

Rasa adalah enak atau tidak enaknyanya rasa kerupuk dengan menggunakan indera pengecap. Jenjang skala uji skor rasa adalah :

- 5 = sangat enak
- 4 = enak
- 3 = agak enak
- 2 = tidak enak
- 1 = sangat tidak enak

3.5.7 Kenampakan Permukaan Kerupuk

Kenampakan permukaan kerupuk dilakukan dengan metode pemotretan pada kerupuk mentah dan kerupuk matang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui warna (kecerahan) serta keoptimalan dari proses pengembangan kerupuk.

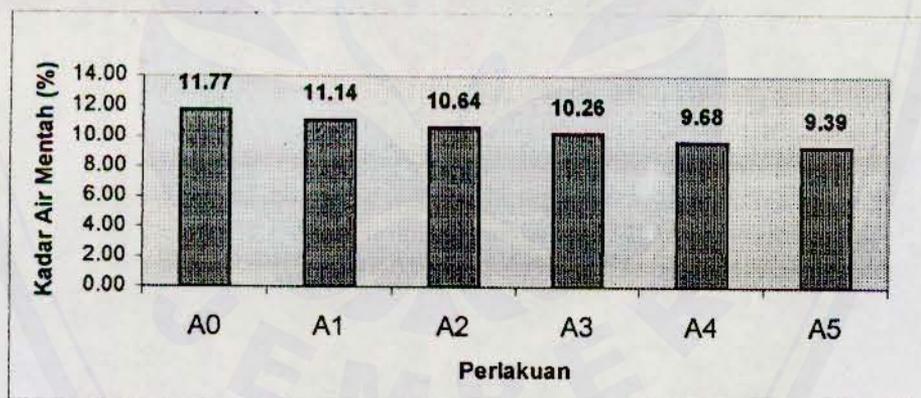
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, serta cita rasa makanan. Bahkan dalam bahan makanan yang kering sekalipun, seperti buah kering, tepung serta biji-bijian terkandung air dalam jumlah tertentu (Winarno, 1997). Menurut Ta'ib (1988) keseimbangan kadar air suatu bahan dapat diartikan sebagai kadar air minimum yang dapat dikeringkan di bawah kondisi pengeringan yang tetap atau pada suhu dan kelembaban nisbi yang tetap.

4.1.1 Kerupuk Mentah

Hasil pengamatan diperoleh kadar air kerupuk mentah pada berbagai jumlah penambahan tepung sorghum berkisar antara 9,39 % sampai dengan 11,14 % dapat dilihat pada Gambar 3 (data pada Lampiran 1).



Gambar 3. Histogram Nilai Rata-rata Kadar Air Kerupuk Mentah Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar air tertinggi dihasilkan pada perlakuan A1 (jumlah penambahan tepung sorghum 20%) yaitu sebesar 11,14 % dan kadar air terendah pada perlakuan A5 (jumlah penambahan tepung sorghum 100%) yaitu sebesar 9,39 %.

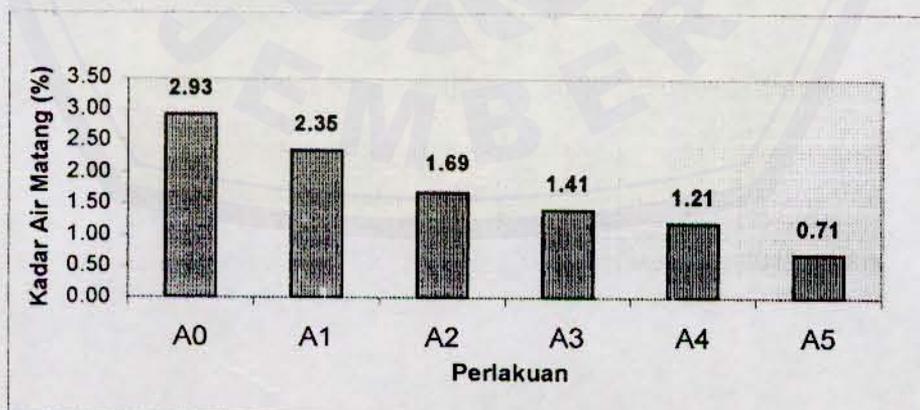
Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa variasi jumlah penambahan tepung sorghum berpengaruh terhadap kadar air kerupuk, semakin meningkat jumlah tepung sorghum yang ditambahkan menyebabkan kadar air kerupuk semakin kecil. Hal ini disebabkan pada tepung sorghum selain pati juga terdapat komponen lain, seperti : serat kasar, protein, lemak dan lain-lain sehingga makin banyak tepung sorghum yang ditambahkan, kandungan pati semakin kecil, sehingga kandungan amilopektin juga semakin kecil. Hal ini mengakibatkan air yang terserap semakin sedikit sehingga kadar air kerupuk makin kecil.

Kemampuan adonan untuk memerangkap air selama proses gelatinisasi tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh kandungan amilopektinnya, karena amilopektin mempunyai bentuk rantai bercabang yang menyebabkan lebih tahan lama dalam memerangkap air, dibandingkan dengan amilosa yang mempunyai bentuk rantai lurus (Matz, 1962).

Kadar air kerupuk mentah yang berkisar antara 9,39 % sampai 11,14 % merupakan kisaran yang aman bagi penyimpanan kerupuk mentah, sebab kadar air maksimum kerupuk yang diberikan oleh SNI adalah 12 %.

4.1.2 Kerupuk Matang

Hasil pengamatan diperoleh kadar air kerupuk matang pada berbagai jumlah penambahan tepung sorghum berkisar antara 0,71% sampai dengan 2,35% dapat dilihat pada Gambar 4 (data pada Lampiran 2).



Gambar 4. Histogram Nilai Rata-rata Kadar Air Kerupuk Matang Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan tepung sorghum berpengaruh terhadap kadar air kerupuk matang, dimana semakin banyak tepung sorghum yang disubstitusikan maka kadar air kerupuk matang semakin kecil. Hal ini disebabkan karena selama proses penggorengan dengan suhu dan waktu penggorengan yang sama pada tiap-tiap perlakuan terjadi penguapan air yang sama, sehingga kadar air kerupuk matang seiring dengan kadar air kerupuk mentah, semakin rendah kadar air kerupuk mentah maka kadar air kerupuk matang juga semakin rendah.

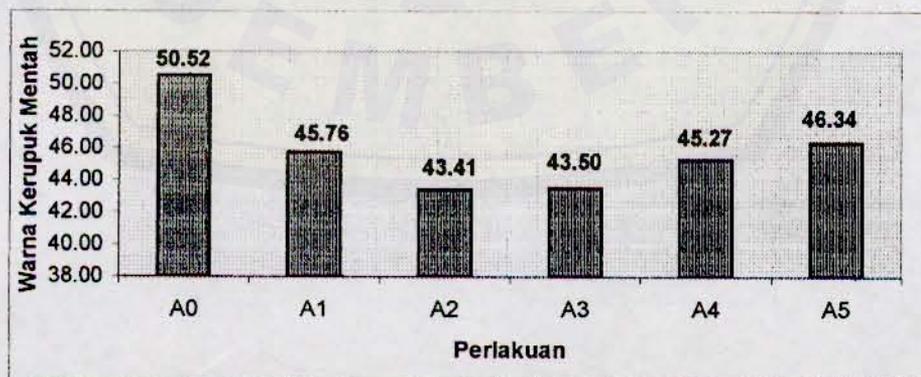
Menurut Ketaren (1968) selama proses penggorengan berlangsung terjadi penguapan air, sebagian minyak masuk ke bagian permukaan luar bahan dan mengisi ruang kosong yang pada mulanya diisi oleh air.

4.2 Warna

Reaksi perubahan warna yang terjadi selama pengolahan dan penyimpanan bahan pangan pada umumnya disebut pencoklatan atau browning (Eskin *et al.*, 1971). Pencoklatan mengakibatkan perubahan kenampakan cita rasa dan nilai gizi. Warna kerupuk yang diamati pada penelitian adalah warna kerupuk mentah dan warna kerupuk matang.

4.2.1 Kerupuk Mentah

Hasil pengamatan diperoleh warna kerupuk mentah (sebelum digoreng) dari perlakuan A1 sampai A5 berkisar antara 43,41 sampai dengan 46,34 dapat dilihat pada Gambar 5 (data dapat dilihat pada Lampiran 3).



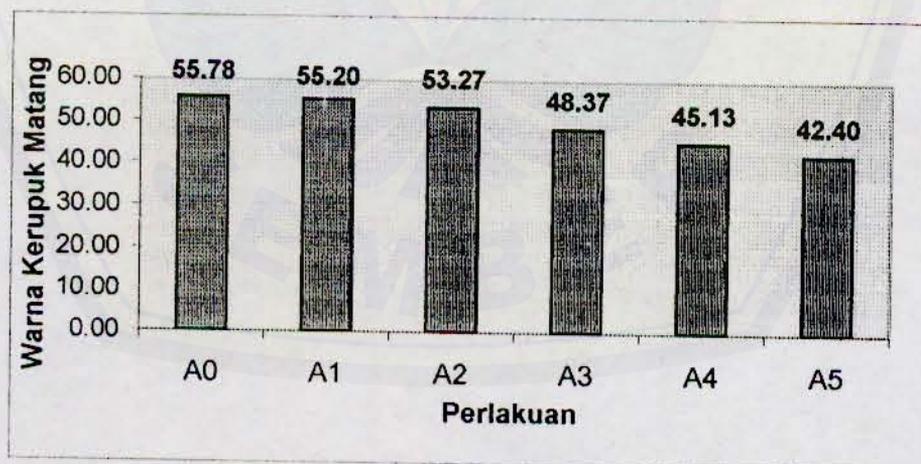
Gambar 5. Histogram Nilai Rata-rata Warna Kerupuk Mentah Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

Nilai rata-rata warna kerupuk mentah tertinggi dihasilkan pada perlakuan A5 yaitu sebesar 46,34 dan nilai rata-rata terendah pada perlakuan A2 yaitu sebesar 43,41.

Gambar 5 menunjukkan bahwa warna kerupuk A1 sampai A3 semakin hitam kecoklatan, tetapi pada kenampakan kerupuk mentah A4 dan A5 (jumlah penambahan tepung sorghum 80% dan 100%), permukaan kerupuk kasar dan terdapat bintik-bintik putih pada kerupuk, sehingga intensitas warnanya mendekati kontrol (A0). Hal ini disebabkan karena warna dasar tepung sorghum yang lebih gelap dibandingkan dengan tepung tapioka akibat masih melekatnya kulit ari biji sorghum meskipun telah mengalami penyosohan. Selain itu juga disebabkan karena pada saat perebusan terjadi reaksi pencoklatan non enzimatis yaitu reaksi maillard. Reaksi Maillard terjadi dari gugus aldosa pada karbohidrat dengan gugus amina primer pada protein yang membentuk pigmen melanoidin yang berwarna coklat.

4.2.2 Kerupuk Matang

Hasil pengamatan warna kerupuk matang pada berbagai variasi penambahan tepung sorghum berkisar antara 42,40 sampai dengan 55,20 dapat dilihat pada Gambar 6 (data dapat dilihat pada Lampiran 4).



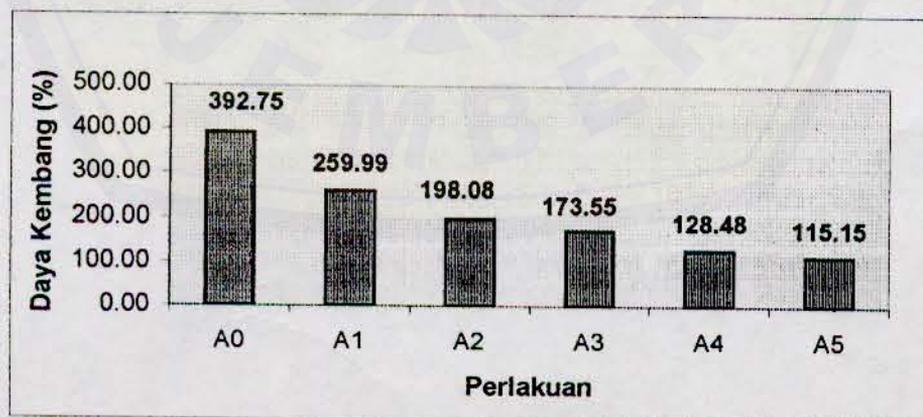
Gambar 6. Histogram Nilai Rata-rata Warna Kerupuk Matang Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa peningkatan jumlah tepung sorghum menyebabkan nilai warna semakin kecil (warna semakin gelap). Perlakuan A1, A2 dan A3 memberikan intensitas warna agak gelap (skor 55,2, 53,27 dan 48,37). Hal ini disebabkan warna tepung sorghum yang putih kecoklatan dan karena tingkat pengembangan yang cukup sehingga warna yang dihasilkan tidak terlalu gelap. Sedangkan perlakuan A4 dan A5 memberikan intensitas warna yang gelap (skor 45,13 dan 42,40). Hal ini terjadi karena tepung yang ditambahkan 80% dan 100% yang seluruhnya berwarna putih kecoklatan.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung sorghum, warna kerupuk cenderung semakin hitam kecoklatan. Hal ini disebabkan warna tepung itu sendiri yang sedikit gelap (putih kecoklatan). Warna coklat yang terbentuk juga diakibatkan oleh adanya proses penggorengan dimana dalam proses ini terjadi reaksi karamelisasi dan reaksi maillard. Dimana, semakin banyak jumlah penambahan tepung sorghum maka kandungan protein semakin banyak sehingga reaksi pencoklatan semakin banyak, maka substrat terjadinya reaksi maillard semakin intensif.

4.3 Daya Kembang

Hasil pengamatan daya kembang kerupuk pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung sorghum berkisar antara 115,146% sampai dengan 259,987% dapat dilihat pada Gambar 7 (data pada Lampiran 5).



Gambar 7. Histogram Nilai Rata-rata Daya Kembang Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

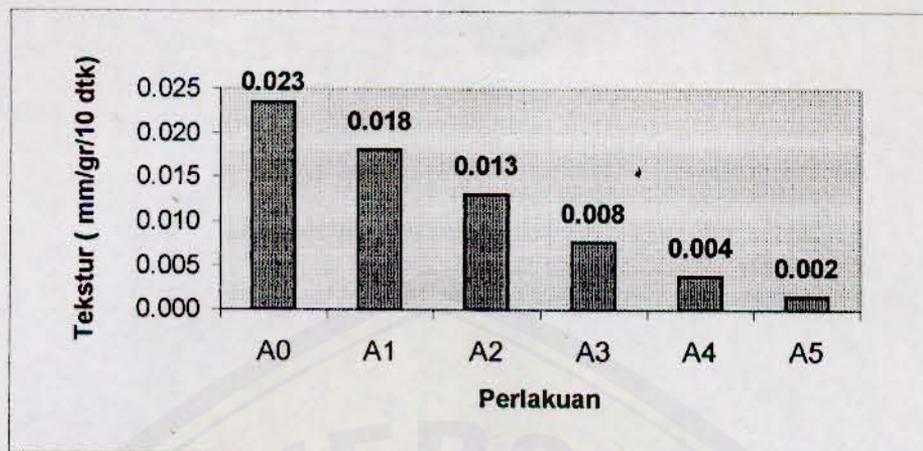
Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa adanya penambahan tepung sorghum yang semakin besar dalam adonan kerupuk menyebabkan kerupuk yang dihasilkan semakin kurang mengembang. Hal ini diduga adanya kandungan protein dan serat kasar pada tepung sorghum akan berinteraksi dengan pati sehingga membentuk massa yang lebih massive atau padat, sehingga daya kembang menjadi berkurang.

Mekanisme daya kembang kerupuk merupakan hasil sejumlah besar letusan air yang menguap dengan cepat selama proses penggorengan dan sekaligus terbentuk rongga udara yang tersebar merata pada seluruh tekstur kerupuk goreng. Kerenyahan kerupuk matang meningkat dengan meningkatnya daya kembang (Muliawan., 1991).

Menurut Soekarto (1997), penggorengan kerupuk mentah pada kadar air sangat rendah (sampai 6%) dan sangat tinggi (13% ke atas), hasil gorengannya tidak mengembang. Disamping itu adanya komponen gizi lain yang terikut pada tepung sorghum (misal: protein, lemak, serat kasar dan lain-lain) mengakibatkan pati tidak membentuk massa yang lenting secara optimum sehingga menurunkan daya kembang dari kerupuk. Perlakuan A1 mempunyai daya kembang terbesar yaitu 259,987% dan perlakuan A5 mempunyai daya kembang terkecil yaitu sebesar 115,146%.

4.4 Tekstur

Hasil pengamatan tekstur kerupuk matang pada berbagai variasi penambahan tepung sorghum berkisar antara 0,002 (0,1 mm/gr/10 dtk) sampai dengan 0,018 (0,1 mm/gr/10 dtk) dapat dilihat pada Gambar 8 (data dapat dilihat pada Lampiran 6).



Gambar 8. Histogram Nilai Rata-rata Tekstur Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

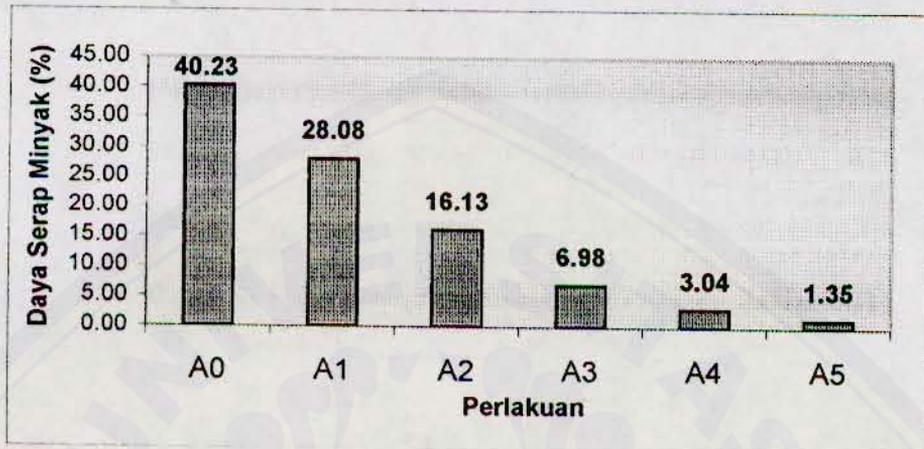
Menurut Budiman (1985), kerenyahan kerupuk sangat dipengaruhi oleh besarnya pengembangan kerupuk pada waktu digoreng. Hal ini dijelaskan bahwa kerupuk pada saat digoreng akan membentuk rongga-rongga di dalamnya. Semakin banyak rongga-rongga yang terbentuk akan semakin renggang strukturnya, sehingga mudah dipatahkan. Dengan demikian semakin tinggi daya kembangnya akan semakin tinggi pula tingkat kerenyahan tersebut.

Nilai rata-rata tekstur menunjukkan bahwa perlakuan A1 mempunyai tekstur yang paling baik dengan nilai sebesar 0,018 (0,1 mm/gr/10 dtk) dan untuk perlakuan A5 mempunyai tekstur yang paling keras (tidak renyah) dengan nilai sebesar 0,002 (0,1 mm/gr/10 dtk). Hal ini seiring dengan daya kembang kerupuk.

Hasil pengamatan daya kembang, semakin banyak penambahan tepung sorghum daya kembang semakin rendah sehingga tekstur kerupuk semakin rendah pula. Hal ini disebabkan dengan adanya penambahan tepung sorghum yang tinggi maka protein dan serat kasar yang terkandung di dalam tepung sorghum akan berinteraksi dengan pati sehingga membentuk massa yang lebih padat yang mengakibatkan tekstur kerupuk menjadi berkurang.

4.5 Daya Serap Minyak

Hasil pengamatan daya serap minyak kerupuk matang pada berbagai jumlah penambahan tepung sorghum berkisar antara 1,35% sampai dengan 28,08%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9 (data dapat dilihat pada Lampiran 7).



Gambar 9. Histogram Nilai Rata-rata Daya Serap Minyak Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

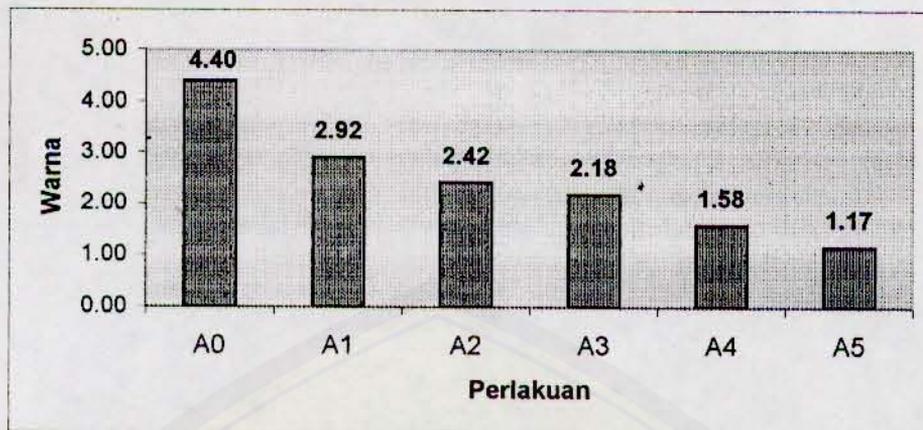
Berdasarkan diagram batang pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa perlakuan A1 mempunyai daya serap minyak tertinggi sebesar 28,08% dan perlakuan A5 mempunyai daya serap minyak terendah sebesar 1,35%.

Dari hasil tersebut tampak bahwa terjadi penurunan yang sangat tajam pada daya serap minyak kerupuk dengan semakin banyak tepung sorghum yang disubstitusikan pada formula kerupuk. Hal ini disebabkan, semakin banyak tepung sorghum dalam formula kerupuk maka uap air yang keluar pada saat penggorengan semakin sedikit sehingga minyak yang diserap oleh kerupuk juga sedikit.

4.6 Uji Organoleptik

4.6.1 Warna (Kecerahan)

Hasil uji skoring menunjukkan bahwa berdasarkan penilaian panelis pada warna kerupuk dengan substitusi tepung sorghum berkisar antara 1,17 sampai dengan 4,40 yang dapat dilihat pada Gambar 10 (data pada Lampiran 8).



Gambar 10. Histogram Nilai Rata-rata Sifat Organoleptik Warna Kerupuk Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Sorghum

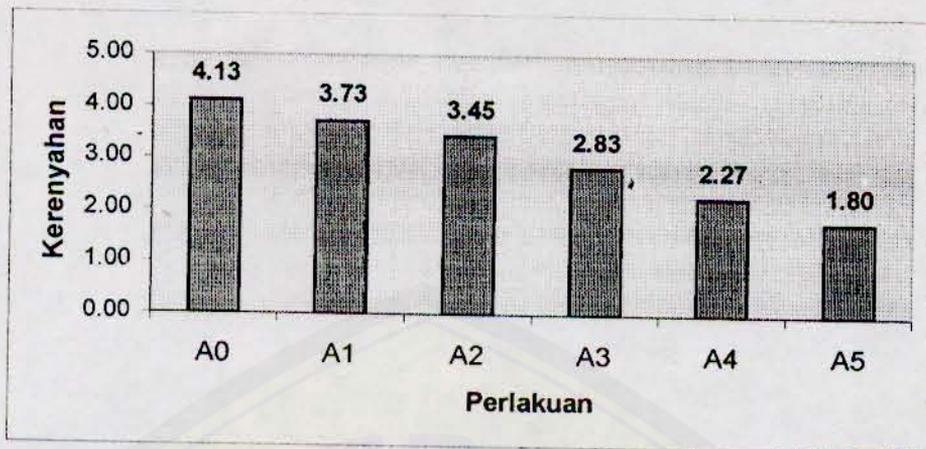
Gambar 10 menunjukkan bahwa kerupuk dari tapioka memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerupuk dari tepung sorghum. Ditunjukkan pula bahwa semakin banyak tepung sorghum yang disubstitusikan maka akan menghasilkan warna kerupuk yang lebih gelap (tidak cerah).

Nilai rata-rata yang diberikan panelis terhadap warna kerupuk menyatakan bahwa kerupuk tersebut mempunyai warna yang sangat tidak cerah sampai cerah. Hal ini disebabkan karena warna dasar tepung sorghum yang berwarna putih kecoklatan akibat masih tertinggalnya kulit ari biji sorghum meskipun telah mengalami penyosohan.

Salah satu perubahan yang terjadi pada produk yang mengalami proses penggorengan, yaitu perubahan warna. Perubahan warna akibat pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan terjadi reaksi pencoklatan non enzimatis, yaitu karamelisasi dan maillard, yang nantinya akan membentuk warna coklat.

4.6.2 Kerenyahan

Hasil uji skoring menunjukkan bahwa berdasarkan penilaian panelis terhadap kerenyahan kerupuk berkisar antara 1,80 sampai 4,13 yang dapat dilihat pada Gambar 11 (data dapat dilihat pada Lampiran 9).



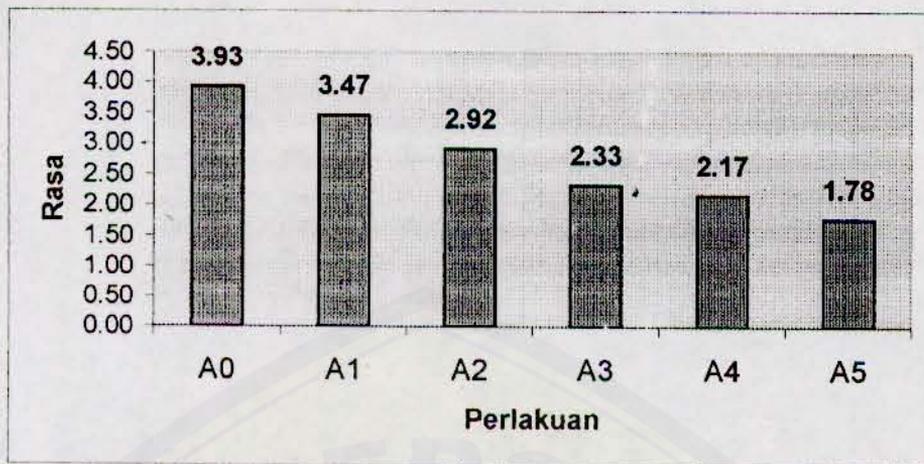
Gambar 11. Histogram Nilai Rata-rata Sifat Organoleptik Kerenyahan Kerupuk Pada Berbagai Penambahan Tepung Sorghum

Gambar 11 menunjukkan bahwa kerenyahan kerupuk menurut panelis adalah sangat tidak renyah sampai renyah. Hal ini disebabkan semakin banyak tepung sorghum yang ditambahkan, maka daya kembang kerupuk semakin kecil sehingga kerenyahan dari kerupuk juga semakin menurun.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa tekstur atau kerenyahan kerupuk dari tapioka lebih renyah dibandingkan dengan kerenyahan kerupuk dari tepung sorghum. Hal ini terjadi karena tapioka memiliki amilopektin lebih tinggi daripada tepung sorghum sehingga daya kembangnya akan lebih besar. Kerupuk yang mengembang pada saat digoreng akan menghasilkan luas permukaan kerupuk matang yang lebih besar dan terbentuk rongga-rongga udara di dalamnya. Semakin banyak rongga udara yang terbentuk akan semakin renggang pula strukturnya, sehingga kerupuk yang dihasilkan akan lebih renyah.

4.6.3 Rasa

Pada pengujian organoleptik rasa, menunjukkan bahwa penilaian panelis terhadap rasa kerupuk berkisar antara 1,78 sampai 3,93 yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Histogram Nilai Rata-rata Sifat Organoleptik Rasa Pada Berbagai Penambahan Tepung Sorghum

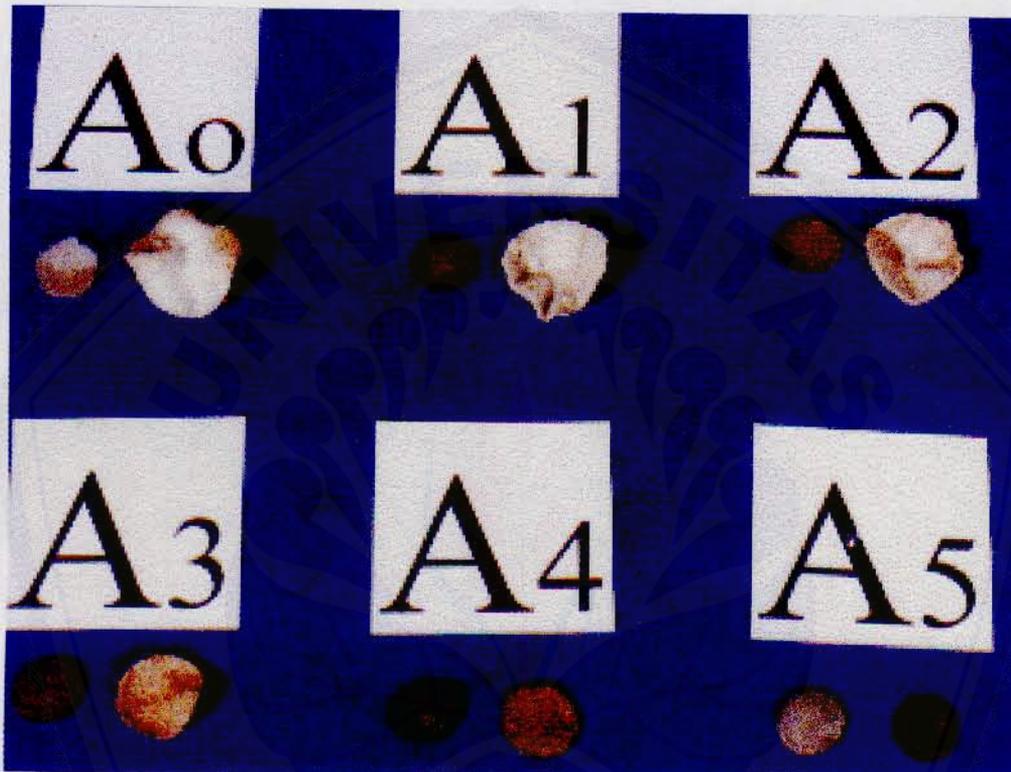
Nilai yang diberikan panelis terhadap rasa kerupuk menunjukkan bahwa semakin hitam kecoklatan warna kerupuk maka kerupuk memiliki rasa yang pahit yang artinya rasa kerupuk menjadi tidak enak.

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa panelis cenderung menilai rasa kerupuk yang tidak enak sampai enak. Hal ini disebabkan karena kulit ari yang masih tertinggal pada biji sorghum mengandung senyawa tanin yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya pada proses perendaman biji sorghum menjadi substrat enzim polifenol oksidase. Dan perlakuan A0 dan A1 mempunyai nilai rata-rata rasa yang paling tinggi dengan skor 3,93 dan 3,47 yang artinya panelis cenderung menilai rasa kerupuk enak sehingga suka terhadap kerupuk dengan kombinasi tersebut.

4.7 Kenampakan Permukaan Kerupuk

Pada Gambar 13 dapat diketahui bahwa kerupuk matang pada perlakuan A0 dan A1 memiliki daya kembang yang baik, ditunjukkan dengan pori-pori yang lebih halus. Hal ini disebabkan kerupuk dengan perlakuan A1 memiliki kadar air sebesar 11,14% yang merupakan kadar air optimal untuk menghasilkan pengembangan kerupuk yang baik.

Warna kerupuk yang dihasilkan semakin gelap atau sangat tidak cerah dengan semakin meningkatnya jumlah tepung sorghum yang disubstitusikan. Hal ini disebabkan warna tepung sorghum itu sendiri yang berwarna putih kecoklatan, terjadinya pencoklatan selama perebusan dan adanya proses penggorengan pada kerupuk.



Gambar 13. Foto Kerupuk Mentah dan Kerupuk Matang

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Substitusi Tepung Sorghum (*Sorghum bicolor* L) Pada Pembuatan Kerupuk” maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Substitusi tepung sorghum berpengaruh terhadap kadar air, warna, tekstur, daya kembang, daya serap minyak dan sifat organoleptik kerupuk yang dihasilkan.
2. Substitusi tepung sorghum dengan perlakuan A1 (penambahan tepung sorghum sebanyak 20%) menghasilkan kerupuk dengan sifat yang masih baik apabila dilihat dari parameter untuk kadar air kerupuk mentah 11,14%; kadar air kerupuk matang 2,35%; warna kerupuk mentah 45,76; warna kerupuk matang 55,20; daya kembang 259,99%; tekstur 0.018; daya serap minyak 28,08%; dan sifat organoleptik untuk warna kerupuk 2,92; tekstur 3,73 dan rasa 3,47.

5.2 Saran

Perlu dikaji lebih lanjut upaya penghilangan kulit ari sorghum baik secara fisis maupun khemis, agar diperoleh tepung sorghum yang lebih baik sehingga dihasilkan produk berbasis sorghum yang berkualitas baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1985. **Mutu Kerupuk**. Departemen Perindustrian RI. Jakarta.
- Apandi, M. 1984. **Teknologi Buah dan Sayur**. Alumnus. Bandung.
- Budiman. 1985. **Pengaruh Rasio Udag dan Tapioka Terhadap Sifat Kerupuk Udag**. Jurusan PHP Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Terdjemahan Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Djatmiko dan Tahir,. 1985. **Mempelajari Pembuatan dan Karakteristik Kerupuk dari Tepung Sagu**. Diskusi Pangan VI. Bogor.
- Eskin, N.A.M.,R.J Towsend, H.M. Handerson. 1971. **Biochemistry of Food**. Academic Press. New York.
- Fardiaz, D. 1984. **Teknik Analisa Sifat Fungsional Komponen Bahan Pangan**. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haryadi. 1990. **Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati Terhadap Pengembangan Higroskopis dan Sifat-sifat Inderawi Kerupuk**. Lembaga Penelitian UGM. Yogyakarta.
- Haryadi. 1995. **Catatan Kuliah Sifat-Sifat Fungsional Pati Dalam Bahan Pangan**. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Ketaren, S. 1986. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Meyer, L.H. 1960. **Food Chemistry**. Westpont Connecticut: The AVI Publishing Company Inc. New York.
- Mudjisihono, R dan D.S Damardjati,. **Peranan Sorghum dalam Usaha Penganekaragaman Bahan Pangan**. Majalah Teknologi Pangan II (4).
- Mudjisihono, Rob. 1982. **Beberapa Sifat Fisik Mutu Tanak Beras Sorghum**. Majalah Teknologi Pangan III.
- Mudjisihono, R dan Suprpto, HS. 1987. **Budidaya dan Pengolahan Sorghum**. Penebar Swadaya. Jakarta Pusat.

- Mudjisihono, R. 1991. Prospek Biji Sorghum dan Cara Penyosohnya. **Jurnal Litbang Pertanian X** (2); 21-28.
- Muliawan, D. 1991. **Pengaruh Berbagai Tingkat Kadar Air Terhadap Pengembangan Kerupuk Sagu Goreng**. Skripsi Jurusan TPG Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Nirawan, I.G.N. 1992. **Agar Kerupuk Lebih Berkualitas**. Balai Industri. Surabaya.
- Rismunandar. 1989. **Sorghum Tanaman Serba Guna**. Sinar Baru. Jakarta.
- Rooney, L.W. 1977. **The Structure of Sorghum and Its Relation to Processing and Nutritional Value**. Cereal Quality Laboratory. Texas University. USA.
- Saraswati. 1986. **Membuat Kerupuk Ikan Tengiri**. Barata Karya Aksara. Jakarta.
- Setiawan, H. 1988. **Mempelajari Karakteristik Fisiko Kimia Kerupuk Dari Berbagai Taraf Formulasi Tapioka, Tepung Kentang, Tepung Jagung**. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor
- Soekarto, S.T. 1985. **Penilaian Organoleptik**. Barata Karya Aksara. Jakarta.
- Soekarto, S.T. 1997. **Perbandingan Pengaruh Kadar Air Kerupuk Mentah Pada Penggorengan Dengan Minyak dan Dengan Oven Gelombang Mikro Prosiding**. Seminar Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Sofiah, S. 1988. **Pembuatan Kerupuk**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Jakarta.
- Sudarmadji, dkk. 1996. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Suryabrata, S. 2002. **Metodologi Penelitian**. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Ta'ib. 1988. **Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian**. Multi Putra. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- _____ . 1983. **Enzim Pangan**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- _____ . 1991. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- _____ . 1992. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

_____. 1995. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gema Usaha Ternak.
Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Wiriano, H. 1984. **Mekanisasi dan Teknologi Pembuatan Kerupuk**.
Departemen Perindustrian, Balai Industri Hasil Pertanian, Balai
Pengembangan Makanan dan Phytokinin. Jakarta.



Lampiran 1. Data Kadar Air Kerupuk Mentah dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	11.182	11.216	12.919	35.317	11.772
A1	9.559	10.751	13.116	33.426	11.142
A2	9.176	10.320	12.415	31.911	10.637
A3	8.519	10.847	11.418	30.784	10.261
A4	8.015	9.674	11.364	29.053	9.684
A5	8.505	9.293	10.369	28.167	9.389

Lampiran 2. Data Kadar Air Kerupuk Matang dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	3.347	2.218	3.212	8.777	2.926
A1	2.976	2.157	1.908	7.041	2.347
A2	1.394	1.808	1.854	5.056	1.685
A3	1.123	1.432	1.676	4.232	1.411
A4	1.099	1.055	1.470	3.624	1.208
A5	0.574	0.739	0.823	2.137	0.712

Lampiran 3. Data Warna Kerupuk Mentah dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	50.667	51.033	49.867	151.567	50.522
A1	46.433	45.200	45.633	137.267	45.756
A2	43.100	43.567	43.567	130.233	43.411
A3	44.267	42.633	43.600	130.500	43.500
A4	46.233	45.367	44.200	135.800	45.267
A5	46.600	46.100	46.333	139.033	46.344

Lampiran 4. Data Warna Kerupuk Matang dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	56.533	53.567	57.233	167.333	55.778
A1	54.133	54.800	56.667	165.600	55.200
A2	52.067	52.833	54.900	159.800	53.267
A3	46.567	49.267	49.267	145.100	48.367
A4	45.367	44.067	45.967	135.400	45.133
A5	42.200	40.867	44.133	127.200	42.400

Lampiran 5. Data Daya Kembang Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	363.889	409.259	405.093	1178.241	392.747
A1	201.389	359.524	219.048	779.960	259.987
A2	196.429	170.833	226.984	594.246	198.082
A3	162.698	172.222	185.714	520.635	173.545
A4	120.370	130.159	134.921	386.450	128.483
A5	113.690	115.873	115.873	345.437	115.146

Lampiran 6. Data Tekstur Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	0.024	0.023	0.024	0.070	0.023
A1	0.018	0.017	0.019	0.054	0.018
A2	0.013	0.012	0.014	0.039	0.013
A3	0.009	0.007	0.007	0.023	0.008
A4	0.004	0.004	0.003	0.012	0.004
A5	0.002	0.002	0.001	0.005	0.002

Lampiran 7. Data Daya Serap Minyak Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	32.786	45.557	42.336	120.679	40.226
A1	23.525	31.901	28.807	84.233	28.078
A2	12.709	10.326	25.365	48.400	16.133
A3	6.409	3.267	11.261	20.937	6.979
A4	3.393	2.289	3.422	9.104	3.035
A5	2.004	1.461	0.582	4.046	1.349

Lampiran 8. Data Organoleptik Warna Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum

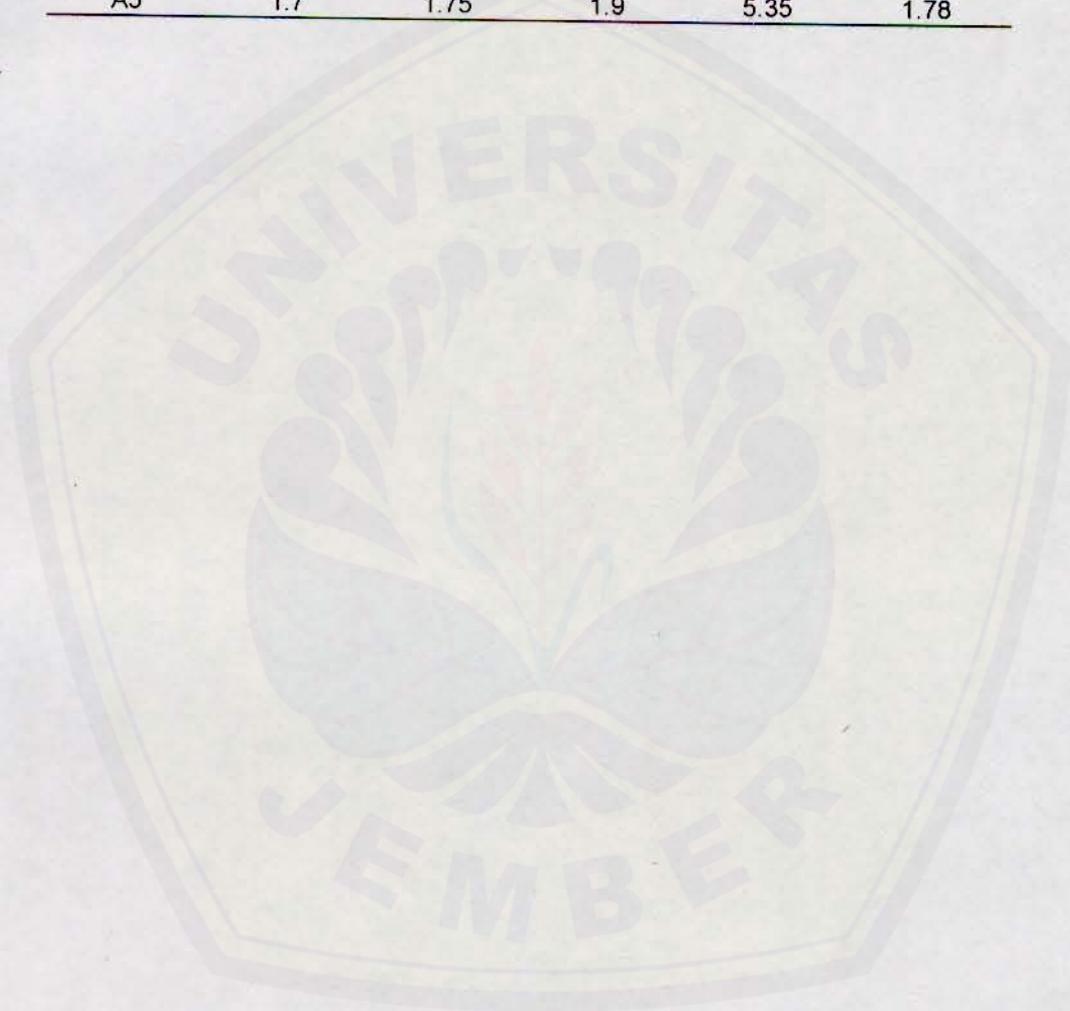
Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	4.6	4.25	4.35	13.2	4.40
A1	3.05	2.85	2.85	8.75	2.92
A2	2.45	2.3	2.5	7.25	2.42
A3	2.15	2.2	2.2	6.55	2.18
A4	1.6	1.6	1.55	4.75	1.58
A5	1.1	1.1	1.3	3.5	1.17

Lampiran 9. Data Organoleptik Kerenyahan Kerupuk dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	4.45	3.9	4.05	12.4	4.13
A1	3.55	3.9	3.75	11.2	3.73
A2	3.9	2.9	3.55	10.35	3.45
A3	2.8	2.75	2.95	8.5	2.83
A4	2.3	2.05	2.45	6.8	2.27
A5	1.7	1.85	1.85	5.4	1.80

Lampiran 10. Data Organoleptik Rasa dengan Substitusi Tepung Sorghum

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A0	4.35	3.9	3.55	11.8	3.93
A1	3.3	3.85	3.25	10.4	3.47
A2	2.8	2.95	3	8.75	2.92
A3	2.2	2.45	2.35	7	2.33
A4	2.05	1.9	2.55	6.5	2.17
A5	1.7	1.75	1.9	5.35	1.78



Lampiran 11. Lembar Panelis untuk Uji Organoleptik

UJI ORGANOLEPTIK KERUPUK

Nama :

Nim :

Dihadapan saudara terdapat 18 sampel kerupuk. Saudara diminta untuk menilai warna kerupuk matang, tekstur (kerenyahan) dan rasa dengan memberikan skor seperti yang terlampir di bawah ini :

Kode Sampel	Warna	Tekstur	Rasa
216			
615			
246			
431			
824			
484			
252			
423			
630			
161			
351			
531			
702			
913			
373			
645			
827			
313			

KETERANGAN :

Warna (Kecerahan)	Tekstur (Kerenyahan)	Rasa
5 = sangat cerah	5 = sangat renyah	5 = sangat enak
4 = cerah	4 = renyah	4 = enak
3 = agak cerah	3 = agak renyah	3 = agak enak
2 = tidak cerah	2 = tidak renyah	2 = tidak enak
1 = sangat tidak cerah	1 = sangat tidak renyah	1 = sangat tidak enak



STIK IFT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER