

**SIFAT FISIK DAN DAYA TERIMA KONSUMEN TERHADAP  
KERUPUK IRIS PADA JENIS BAHAN DASAR TAPIOKA DAN  
AREN SAGU DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG BIJI NANGKA  
(*Artocarpus heterophyllus*, LAMK)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**



Asesmen  
Klasifikasi  
6 NOV 2001  
No. Induk : 10236851  
Klass  
664.8  
W17  
S

Oleh :

**FEBRIANTO WIJAYA**  
**NIM. 961710101119**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**  
*Oktober, 2001*

*Dosen Pembimbing :*

*Ir. Herlina, MP* (DPU)

*Ir. Wiwik Siti Windarti, MP* (DPA 9)

*Dr. Ir. Tedjasari, M.Sc* (DPA 99)

## *Motto:*

*Allah akan mengangkat orang-orang yang beriman dan orang-orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat (Al – Mudjaadalah).*

*Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat (Al – Baqarah: 45).*

☺ *Karya kecil ini kupersembahkan untuk* ☺

♥ *Bapak dan Ibu yang telah memberikan dorongan, dukungan, doa dan cintanya kepadaku*

♥ *Kakakku "Diana" dan "Asti" yang termanis dan tersayang*

♥ *Sahabat-sahabatku Eddie Jumbo, Nugroho, Sarudji, Winarto, Yayak dan Hariono yang telah memberikan masukan dan semangat*

♥ *Rekan-rekan seperjuangan TP'96*

♥ *Almamater yang telah memberiku kesempatan*

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Sebagai

Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada

Hari : Jum'at

Tanggal : 12 Oktober 2001

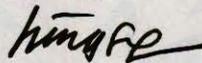
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**Tim Penguji .**

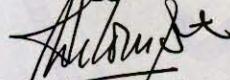
**Ketua**



**Ir. Herlina, MP**

**NIP. 132 046 360**

**Anggota I**



**Ir. Wiwik Siti Windarti, MP**

**NIP. 130 787 732**

**Anggota II**



**Dr. Ir. Tedjasari, M.Sc**

**NIP. 131 667 773**



**Mengesahkan**

**Dekan**



**Ir. Siti Hartanti, MS**

**NIP. 130 350 763**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tentang **“Sifat Fisik dan Daya Terima Konsumen terhadap Kerupuk Iris pada Jenis Bahan Dasar Tapioka dan Aren Sagu dengan Substitusi Tepung Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*, LAMK)”**.

Karya ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa kemampuan, ilmu dan pengetahuan yang dimiliki untuk menyusun sebuah karya ilmiah masih sangat terbatas, sehingga kesalahan-kesalahan dalam penulisan ini pasti terjadi. Karena itu merupakan suatu kebanggaan bagi penulis apabila ada saran dan kritik untuk kesempurnaan skripsi ini.

Atas bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan penyediaan sarana, sumbangan pemikiran, maupun saran-saran yang sangat diperlukan dalam penulisan skripsi ini, maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.
3. Ibu Ir. Herlina, MP selaku Dosen Pembimbing Utama yang banyak memberikan bimbingan dan pengarahan berupa petunjuk dan saran demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Ibu Ir. Wiwik Siti Windarti, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah banyak memberikan petunjuk, saran dan bimbingan yang sangat berguna bagi penyelesaian skripsi ini.

5. Dr. Ir. Tedjasari, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah banyak memberikan petunjuk dan saran yang sangat berguna dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Staf administrasi dan teknisi laboratorium yang ikut membantu dalam penyelesaian syarat-syarat perijinan dan pelaksanaan penelitian.
7. Rekan-rekanku TP'96 yang telah memberikan masukan dan dukungan moril.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, penulis sangat mengharapkan semoga karya sederhana ini bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian pada khususnya dan dunia ilmu pengetahuan pada umumnya.

Jember, Oktober 2001

Penulis

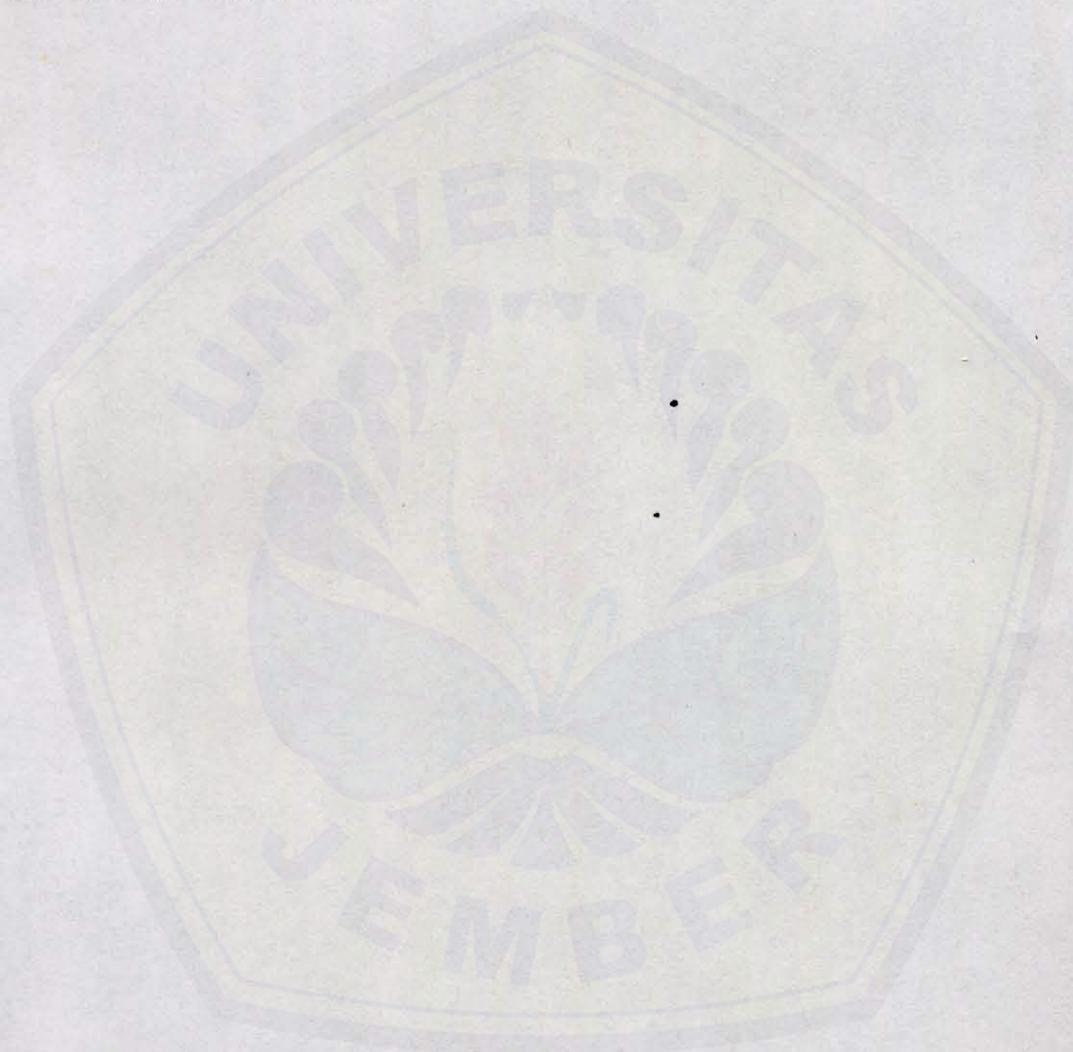
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR ILUSTRASI .....	x
ABSTRAK .....	xv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Permasalahan .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Kegunaan Penelitian .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Nangka .....	4
2.2 Tapioka .....	7
2.3 Aren Sagu .....	9
2.4 Struktur dan Sifat Fisik Pati .....	12
2.5 Gelatinisasi dan Retrogradasi .....	17
2.6 Kerupuk .....	19
2.7 Proses Pembuatan Kerupuk .....	22
2.8 Karakteristik Kerupuk .....	23
2.9 Bahan Tambahan .....	25
2.10 Pencoklatan ( <i>Browning</i> ) .....	27
2.11 Hipotesa .....	28
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	29
3.1 Bahan dan Alat Penelitian .....	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
3.3 Rancangan Percobaan .....	29
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	31
3.4.1 Pembuatan Tepung Biji Nangka .....	31
3.4.2 Pembuatan Kerupuk Iris Biji Nangka .....	35

3.5	Pengamatan .....	38
3.6	Prosedur Analisa .....	38
3.6.1	Kadar Air.....	38
3.6.2	Daya Kembang.....	38
3.6.3	Kecerahan.....	39
3.6.4	Kerenyahan.....	39
3.6.5	Kenampakan Umum.....	39
3.6.6	Rasa .....	40
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1	Kadar Air.....	41
4.2	Daya kembang.....	45
4.3	Kecerahan.....	48
4.4	Kerenyahan.....	50
4.5	Kenampakan Umum.....	53
4.6	Rasa.....	55
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1	Kesimpulan .....	59
5.2	Saran.....	59
	DAFTAR PUSTAKA.....	60
	LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	65

**DAFTAR ILLUSTRASI**

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Biji Nangka.....	5
Tabel 2. Komposisi Zat Gizi Tapioka.....	7
Tabel 3. Sifat-sifat Amilosa dan Amilopektin.....	16
Tabel 4. Sifat-sifat Kerupuk dengan Beberapa Jenis Pati.....	16
Tabel 5. Syarat Mutu Kerupuk Menurut SII 0272-90.....	21
Tabel 6. Hasil Uji Sidik Ragam Kadar Air.....	41
Tabel 7. Hasil Uji Duncan pada berbagai Persentase Jenis Bahan Dasar.....	41
Tabel 8. Hasil Uji Duncan Kadar Air pada berbagai Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	42
Tabel 9. Hasil Sidik Ragam Daya Kembang.....	45
Tabel 10. Hasil Uji Duncan Daya Kembang pada berbagai Persentase Jenis Bahan Dasar.....	45
Tabel 11. Hasil Uji Duncan Daya Kembang pada berbagai Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	46
Tabel 12. Hasil Sidik Ragam Kecerahan.....	48
Tabel 13. Hasil Uji Duncan Kecerahan pada berbagai Persentase Jenis Bahan Dasar.....	48
Tabel 14. Hasil Uji Duncan Kecerahan pada berbagai Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	50
Tabel 15. Hasil Sidik Ragam Kerenyahan.....	51
Tabel 16. Hasil Sidik Ragam Kenampakan.....	53
Tabel 17. Hasil Sidik Ragam Rasa.....	57

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 1. Satuan Anhidroglukosa Pati.....	13
Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Biji Nangka.....	34
Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Kerupuk Iris Biji Nangka.....	37
Gambar 4. Histogram Kadar Air pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	44
Gambar 5. Histogram Daya Kembang pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	47
Gambar 6. Histogram Kecerahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	50
Gambar 7. Histogram Kerenyaha pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	51
Gambar 8. Histogram Kenampakan Umum pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	54
Gambar 9. Kenampakan Umum berbagai Kerupuk Iris Biji Nangka.....	55
Gambar 10. Histogram Rasa pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	57

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. ....	65
Tabel 1. Komposisi Bahan Dasar yang Digunakan .....	65
Tabel 2. Komposisi Tepung Biji Nangka sebagai Substitusi .....	65
Lampiran 2. ....	66
Tabel 1. Kadar Air pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	66
Tabel 2. Tabel Dua Arah Faktor A dan B.....	66
Tabel 3. Hasil Uji Duncan Kadar Air pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	66
Lampiran 3. ....	67
Tabel 1. Daya Kembang pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	67
Tabel 2. Tabel Dua Arah Faktor A dan B.....	67
Lampiran 4. ....	68
Tabel 1. Kecerahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	68
Tabel 2. Tabel Dua Arah Faktor A dan B.....	68
Tabel 3. Hasil Uji Duncan Kecerahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka..	68
Lampiran 5. ....	69
Tabel 1. Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	69
Tabel 2. Hasil Uji Duncan Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Biji Nangka .....	69
Lampiran 6. ....	70
Tabel 1. Kenampakan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka.....	70
Tabel 2. Hasil Uji Duncan Kenampakan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka..	70

Lampiran 7. ....	71
Tabel 1. Rasa pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka Dasar .....	71
Tabel 2. Hasil Uji Duncan Rasa pada berbagai Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka .....	71



## ABSTRAK

Febrianto Wijaya, NIM 961710101119, Judul Penelitian **“SIFAT FISIK DAN DAYA TERIMA KONSUMEN TERHADAP KERUPUK IRIS PADA JENIS BAHAN DASAR TAPIOKA DAN AREN SAGU DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*, LAMK)”**.

Dosen Pembimbing Utama Ir. Herlina, MP. Dosen Pembimbing Anggota Ir. Wiwik Siti Windarti, MP.

Biji nangka adalah salah satu bagian dari buah nangka dan masih merupakan limbah yang belum dimanfaatkan. Salah satu bentuk pemanfaatan biji nangka dalam upaya menekan jumlah dan pencemaran lingkungan adalah dengan mengolahnya menjadi kerupuk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan daya terima konsumen terhadap kerupuk iris pada jenis bahan dasar tapioka dan aren sagu dengan substitusi tepung biji nangka.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis bahan dasar yaitu tapioka dan tepung aren sagu. Faktor kedua adalah persentase tepung biji nangka yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Sedangkan uji lanjutan yang digunakan adalah Uji Jarak Duncan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, tingkat pengembangan, kecerahan, kerenyahan, kenampakan dan rasa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan dasar dan persentase bahan pencampur berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, tingkat pengembangan, kecerahan, kerenyahan, kenampakan dan rasa. Interaksi keduanya menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kecerahan, kerenyahan, kenampakan, rasa; dan berbeda nyata terhadap tingkat pengembangan.

Perlakuan yang menghasilkan sifat kerupuk terbaik adalah  $A_1B_3$ , yaitu 80% tapioka dan 20% tepung biji nangka dengan nilai rata-rata kadar air 7,963%; tingkat pengembangan 3,167%; kecerahan 78,633%; kerenyahan dengan skor 3,781; kenampakan dengan skor 3,625 dan rasa dengan skor 3,594

Dari hasil penelitian ini disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kadar fenolase berikut cara menurunkan aktivitasnya dalam biji nangka sehingga dapat menghasilkan tepung biji nangka yang lebih putih. Dengan demikian, kerupuk yang dihasilkan dapat lebih cerah. Disamping itu perlu penelitian lanjutan mengenai penggunaan bahan pengembang dan bahan pewarna sehingga pada penambahan tepung biji nangka dalam kapasitas yang lebih banyak akan dihasilkan kerupuk yang masih disukai konsumen.

## ABSTRAK

Febrianto Wijaya, NIM 961710101119, Judul Penelitian “**SIFAT FISIK DAN DAYA TERIMA KONSUMEN TERHADAP KERUPUK IRIS PADA JENIS BAHAN DASAR TAPIOKA DAN AREN SAGU DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG BIJI NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*, LAMK)**”.

Dosen Pembimbing Utama Ir. Herlina, MP. Dosen Pembimbing Anggota Ir. Wiwik Siti Windarti, MP.

Biji nangka adalah salah satu bagian dari buah nangka dan masih merupakan limbah yang belum dimanfaatkan. Salah satu bentuk pemanfaatan biji nangka dalam upaya menekan jumlah dan pencemaran lingkungan adalah dengan mengolahnya menjadi kerupuk.

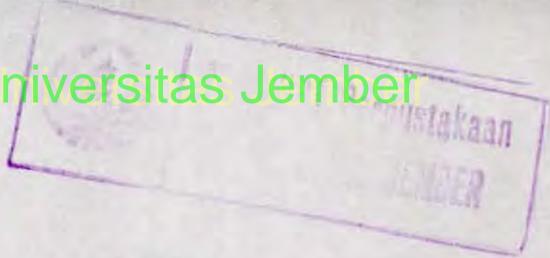
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan daya terima konsumen terhadap kerupuk iris pada jenis bahan dasar tapioka dan aren sagu dengan substitusi tepung biji nangka.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis bahan dasar yaitu tapioka dan tepung aren sagu. Faktor kedua adalah persentase tepung biji nangka yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Sedang uji lanjutan yang digunakan adalah Uji Jarak Duncan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, tingkat pengembangan, kecerahan, kerenyahan, kenampakan dan rasa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan dasar dan persentase bahan pencampur berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, tingkat pengembangan, kecerahan, kerenyahan, kenampakan dan rasa. Interaksi keduanya menunjukkan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kecerahan, kerenyahan, kenampakan, rasa; dan berbeda nyata terhadap tingkat pengembangan.

Perlakuan yang menghasilkan sifat kerupuk terbaik adalah  $A_1B_3$ , yaitu 80% tapioka dan 20% tepung biji nangka dengan nilai rata-rata kadar air 7,963%; tingkat pengembangan 3,167%; kecerahan 78,633%; kerenyahan dengan skor 3,781; kenampakan dengan skor 3,625 dan rasa dengan skor 3,594

Dari hasil penelitian ini disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kadar fenolase berikut cara menurunkan aktivitasnya dalam biji nangka sehingga dapat menghasilkan tepung biji nangka yang lebih putih. Dengan demikian, kerupuk yang dihasilkan dapat lebih cerah. Disamping itu perlu penelitian lanjutan mengenai penggunaan bahan pengembang dan bahan pewarna sehingga pada penambahan tepung biji nangka dalam kapasitas yang lebih banyak akan dihasilkan kerupuk yang masih disukai konsumen.



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Buah nangka adalah buah yang cukup populer dan banyak terdapat di Indonesia. Perkembangan ekspor buah nangka Indonesia selama periode 1994 – 1998 cukup menggembirakan bagi para petani dan pengusaha tani sehingga produksi buah nangka di Indonesia memiliki potensi untuk dikembangkan dalam skala Agribisnis (Rukmana, 1997). Selama ini telah banyak industri pengolahan buah-buahan yang memanfaatkan buah nangka menjadi berbagai macam produk olahan, misalnya industri sari buah, jam, jelly, sirup, keripik dan lain sebagainya (Widyastuti, 1993).

Hampir setiap proses suatu produk, selalu dihasilkan produk samping yang berupa limbah. Limbah akan menimbulkan pencemaran yang merugikan masyarakat disekitarnya jika tidak ditangani secara serius. Masalah yang sering timbul dalam penanganan limbah adalah masalah teknologi dan biaya operasi yang cukup tinggi. Pada dasarnya pelaksanaan penanganan dan pengendalian limbah harus sekaligus disertai dengan upaya pemanfaatan limbah tersebut sehingga dapat menghemat biaya operasi bahkan diharapkan mempunyai keuntungan nilai lebih yang berupa nilai tambah (Murtadho dan Sa'id, 1987).

Biji nangka adalah salah satu bagian dari buah nangka dan masih merupakan limbah yang belum dimanfaatkan. Hal ini sangat disayangkan karena biji nangka mempunyai rasa khas dan mengandung gizi yang perlu diperhatikan serta dapat diolah menjadi beberapa makanan yang rasanya gurih dan tidak menimbulkan racun (Natawijaya, 1983). Salah satu bentuk pemanfaatan biji nangka dalam upaya menekan jumlah dan pencemaran lingkungan adalah dengan mengolahnya menjadi kerupuk.

## 1.2 Perumusan Masalah

Kerupuk diambil sebagai topik utama dalam penelitian ini, karena dewasa ini kerupuk sudah merupakan makanan yang selalu mengikuti kebutuhan makan dari manusia dalam pengertian bahwa kerupuk hampir selalu ada dalam sajian pada saat makan. Disamping itu kerupuk dalam proses maupun pasar yang ada masih cukup memberikan peluang untuk pelaksanaan suatu usaha. Jumlah industri kerupuk di Jawa Timur menurut sensus tahun 1986 ada sebanyak 127 unit, yang bisa menyerap tenaga kerja sebanyak 4.704 orang (Nirawan, 1992).

Berdasarkan percobaan pendahuluan yang telah dilakukan, pembuatan kerupuk iris dengan bahan dasar tepung biji nangka dihasilkan kerupuk iris dengan karakteristik yang kurang baik berkaitan dengan daya kembang, kerenyahan, kecerahan dan kenampakan. Hal ini diduga karena tingginya kandungan serat kasar dan protein tepung biji nangka sehingga mempengaruhi kurang baiknya sifat fisik dan daya terima konsumen terhadap kerupuk iris yang dihasilkan. Atas dasar asumsi diatas, maka dalam pelaksanaan penelitian ini penulis memanfaatkan tepung biji nangka hanya sebagai bahan substitusi dalam pembuatan kerupuk iris, sedangkan untuk bahan dasarnya digunakan tapioka dan aren sagu. Kedua pati tersebut sama-sama mempunyai kandungan pati yang tinggi dengan rasio amilosa dan amilopektin hampir sama, dimana kandungan amilosa aren sagu 21,3 % sedangkan untuk tapioka adalah sebesar 17,6 %. Diharapkan dengan memanfaatkan tepung biji nangka sebagai substitusi, akan dihasilkan produk kerupuk iris dengan karakteristik mutu yang lebih baik.

Seberapa besar jumlah tepung biji nangka yang perlu ditambahkan untuk memperoleh kerupuk iris dengan sifat fisik dan daya terima konsumen yang baik masih belum diketahui. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh persentase dan komposisi yang tepat untuk penambahan tepung biji nangka terhadap sifat fisik dan daya terima konsumen kerupuk iris.

### **1.3 Batasan Permasalahan**

Penelitian tentang kerupuk iris biji nangka dititik beratkan pada sifat fisik dan daya terima konsumen terhadap kerupuk iris yang dihasilkan dalam beberapa komposisi penambahan tepung biji nangka sebagai substitusi terhadap jenis pati yang berbeda, sehingga penelitian ini dibatasi oleh :

A= variabel yang dikelompokkan sebagai jenis bahan dasar

B= variabel yang dikelompokkan sebagai faktor persentase bahan substitusi

### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui sifat fisik dan daya terima konsumen terhadap kerupuk iris pada jenis bahan dasar tapioka dan aren sagu dengan substitusi tepung biji nangka.
2. Mengetahui persentase penambahan tepung biji nangka yang tepat untuk mendapatkan kerupuk iris dengan karakteristik terbaik, meliputi : kadar air, daya kembang, kecerahan, kerenyahan, kenampakan umum dan cita rasa.

### **1.5 Kegunaan Penelitian**

1. Sebagai masukan dan pertimbangan bagi industri pengolahan buah-buahan atau industri kerupuk dalam pemanfaatan biji nangka yang selama ini hanya dipandang sebagai limbah.
2. Mengetahui rasio campuran paling tepat yang disukai konsumen.
3. Hasil penelitian diharapkan pula sebagai inovasi baru dan memberikan nilai tambah bagi masyarakat pada umumnya.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Nangka

Nangka (*Artocarpus heterophyllus*, LAMK) merupakan tanaman buah yang berasal dari India bagian selatan. Dari negara asalnya ini, nangka kemudian menyebar ke berbagai penjuru dunia, termasuk Indonesia. Di Indonesia tanaman tersebut hampir ada di setiap daerah (Widyastuti, 1993). Tanaman nangka dapat tumbuh pada kondisi lingkungan di Indonesia yaitu tanah gembur agak berpasir, pH 6 – 7, curah hujan sekitar 2500 – 3000 mm/th dan turun secara merata serta tinggi dari wilayah permukaan laut antara 0 – 1000 Marshall Plan (Daud, 1986).

Prospek buah nangka sebenarnya dapat dikatakan cukup cerah, permintaan komoditas buah ini selalu menunjukkan peningkatan, baik di dalam maupun di luar negeri. Sayangnya, besarnya permintaan belum dapat diimbangi dengan produksinya. Kondisi tersebut antara lain disebabkan masih jaranginya perkebunan nangka yang dikelola dengan pendekatan agribisnis. Saat ini nangka merupakan salah satu jenis tanaman yang mendapat prioritas untuk dikembangkan dalam program pengembangan *Jenis Pohon Serba Guna* (JPSG). Pemilihan nangka sebagai hortikultura yang mendapat prioritas pengembangan bukan tanpa alasan yang kuat. Jenis tanaman buah yang satu ini berprospek cerah sebagai pendukung program pemerintah, terutama dalam program diversifikasi pangan dan peningkatan devisa negara. Selain itu tanaman ini juga mampu berproduksi tinggi, pertumbuhannya cepat, regenerasinya relatif mudah, dapat ditanam bersamaan dengan tanaman lain dan dapat mencegah erosi. Karena kelebihan yang terakhir ini, maka tanaman nangka termasuk salah satu tanaman penghijauan. Apalagi jenis tanaman ini relatif mudah tumbuh di sembarang tempat, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Persyaratan tumbuhnya pun tidak terlalu rumit, bahkan nangka termasuk jenis tanaman yang tahan terhadap kekeringan (Widyastuti, 1993).

Di Indonesia jenis nangka yang dibudidayakan cukup banyak macamnya. Berdasarkan bentuk daging buahnya, buah nangka dapat dibagi dua macam, yaitu : nangka dengan mata buah segar, berdaging buah tebal dan nangka yang bermata buah kecil dengan daging buah tipis. Nangka yang mempunyai mata buah besar dan daging buah tebal adalah nangka salak, nangka pandan, nangka malaka, nangka hutan, nangka bubur dan nangka kunir; sedangkan nangka yang mempunyai mata buah kecil dan daging buah tipis adalah nangka sukun. Buah nangka banyak disukai oleh masyarakat karena selain sebagai sumber vitamin dan mineral juga mempunyai rasa yang manis serta bau yang sedap. Bau sedap ini disebabkan karena adanya senyawa etil butirat (Anonim, 1990).

Ditinjau dari bagian yang dapat dimakan, buah nangka hanya mengandung 28 persen bagian yang dapat dimakan. Selebihnya terdiri dari kulit dan dami yang tidak dapat dimakan, sedangkan bijinya dapat dikonsumsi dengan diolah terlebih dahulu. Biji nangka masih cukup banyak mengandung zat-zat yang diperlukan untuk tubuh. Komposisi zat gizi biji nangka secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Biji Nangka**

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah / 100 Bahan (g)</b>
Kalori (Kal)	165,0000
Karbohidrat (g)	36,7000
Lemak (g)	0,1000
Protein (g)	4,2000
Kalsium (g)	0,0330
Phosphor (g)	0,2000
Ferum (g)	0,0010
Vitamin A (SI)	0,0000
Vitamin B1 (g)	0,0002
Vitamin C (g)	0,0100
Air (g)	57,7000
Bagian yang dapat dimakan (%)	75,0000

Sumber : Anonim, 1990

Biji nangka biasanya diolah dengan cara yang masih sederhana yaitu direbus atau digoreng baru kemudian disajikan untuk dikonsumsi. Biji nangka dapat diolah menjadi tepung sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar suatu makanan (Widyastuti, 1993).

Tepung biji nangka merupakan hasil olahan biji nangka yang dibuat dengan cara pemanasan dan pengurangan kadar air. Pembuatan tepung biji nangka adalah sejenis pengolahan yang berguna untuk memperpanjang umur simpan dan menambah daya guna dari biji nangka, selain itu tepung biji buah nangka lebih luwes dipergunakan untuk pembuatan berbagai jenis produk makanan. Tepung biji nangka diperoleh dari biji nangka kering yang digiling kemudian diayak (Syarif dkk, 1988).

## 2.2 Tapioka

Tapioka adalah hasil ekstraksi dari akar suatu tanaman tropik yang dikenal dengan nama ubi kayu atau singkong (*Manihot utilissima*, POHL) (Rietz dalam Lingga, P. dkk, 1992). Bahan baku merupakan faktor yang akan menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Bahan baku yang mempunyai mutu rendah tidak akan memberikan mutu produk yang tinggi walaupun dilakukan proses pengolahan yang baik sekalipun. Bahan baku ubi kayu yang dipakai untuk pati adalah yang mempunyai warna putih. Jenis ubi kayu yang cocok dan sering digunakan adalah Ardira 2, Ardira 4 atau Muara (528). Persyaratan mutu ubi kayu dalam hal ini adalah kesegaran karena ubi kayu tidak boleh disimpan selama lebih dari 24 jam setelah panen karena pada daging ubi kayu terdapat enzim polyphenolase yang jika berhubungan dengan udara dapat mengkatalis pembentukan senyawa yang berwarna hitam dan ini akan menurunkan kualitas pati yang dihasilkan.

Umbi-umbian umumnya merupakan tempat penyimpanan pati sebagai hasil fotosintesis. Setelah dipanen umbi-umbian tersebut masih merupakan jaringan hidup yang terus berespirasi dengan mengeluarkan  $\text{CO}_2$  yang menyebabkan berkurangnya kadar pati dalam daging. Pencoklatan pada ubi kayu dapat disebabkan oleh adanya kegiatan enzim polyphenolase setelah umbi terkupas, hal ini dikarenakan oksigen

yang masuk akan lebih banyak dan bereaksi dengan enzim tersebut. Pada umumnya varietas ubi kayu yang kandungan HCN-nya tinggi maka pati yang dihasilkan akan tampak lebih putih, karena HCN merupakan penghambat dalam senyawa phenol.

Menurut Nirawan (1992), tapioka umumnya berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak larut dalam air dingin tetapi dalam air panas membentuk gel yang bersifat kental. Berdasarkan komposisi kimianya, tapioka ini mengandung sebagian besar pati yang tersusun dari amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan senyawa polisakarida tersusun dari 70 – 350 unit glukosa dengan ikatan  $\alpha$  1,4 glikosidik. Rantai lurus amilosa cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain dan saling berikatan melalui ikatan hidrogen. Sedangkan amilopektin merupakan molekul yang terdiri dari 100.000 unit glukosa yang berikatan membentuk struktur rantai bercabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4) dan  $\alpha$ -(1,6) glikosidik (Gaman dan Sherrington, 1994).

Berdasarkan kandungan patinya yang tinggi (85 – 87)% dan sifat patinya yang mudah membengkak dalam air panas maka tapioka dapat membentuk kekentalan yang dikehendaki. Tapioka merupakan pati yang tidak mengandung protein gluten. Tapioka dipergunakan dalam berbagai industri makanan baik sebagai sumber karbohidrat maupun sebagai pengental. Produk-produk yang biasanya dibuat dari tapioka antara lain : kerupuk, bihun dan mutiara tapioka (Somaatmadja, 1984). Adapun komposisi kimia zat gizi tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi Zat Gizi Tapioka**

<b>Komponen</b>	<b>Kandungan</b>
Kalori ( Kal )	362,0
Karbohidrat ( g )	86,9
Lemak ( g )	0,3
Protein ( g )	0,5
Air ( g )	12,0

Sumber : Anonim, 1981

Granula pati tapioka berbentuk bulat, permukaan datar dan salah satu sisinya mengandung celah berbentuk kokus yang meluas ke arah hilum yang bersifat eksentrik, kadang-kadang bentuknya melingkar. Ukuran yang kecil bervariasi antara 5 – 15 mikron, ukuran sedang bervariasi antara 15 – 25 mikron. Dalam air dingin granula pati tidak mengembang (Muljohardjo, 1983). Menurut Winarno (1991), bila pati mentah dimasukkan dalam air dingin, granula pati akan menyerap air dan membengkak. Namun demikian jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai kadar 30 %. Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara 55 °C sampai 65 °C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini granula pati akan kembali pada kondisi semula.

Lebih lanjut Winarno (1991) menjelaskan bahwa suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu semakin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalannya tidak akan bertambah. Hal ini disebabkan karena sifat kental larutan dipengaruhi oleh kandungan pati dalam bahan. Baik amilosa maupun amilopektin menunjukkan peranannya disini. Amilosa dengan struktur rantainya yang linear dapat terdispersi dalam air panas, meningkatnya granula-granula pati yang membengkak dan masuk kedalam cairan yang ada disekitarnya. Karena itu pasta pati yang telah mengalami gelatinisasi terdiri dari granula-granula yang membengkak tersuspensi dalam air panas dan molekul-molekul amilosa yang terdispersi dalam air. Molekul-molekul amilosa tersebut akan terus terdispersi, asalkan pasta pati tersebut tetap berada dalam keadaan panas. Karena itu dalam keadaan panas, pasta pati yang masih memiliki kemampuan mengalir yang fleksibel dan tidak kaku. Sedangkan amilopektin umumnya merupakan penyusun utama kebanyakan granula pati. Jumlah rantai cabang amilopektin sangat banyak dan rantai cabang ini sulit dipisahkan dengan suhu rendah, akan tetapi pada suhu gelatinisasi yang tinggi akan lebih mudah untuk memecahkan ikatannya karena dengan suhu tinggi akan memungkinkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat daripada daya tarik-menarik antar molekul pati di dalam granula sehingga

air dapat masuk kedalam butir-butir pati dan menyebabkan bengkaknya granula tersebut. Ketika ukuran granula-granula pati membesar, campurannya menjadi kental. Suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi pati, semakin kental larutan maka semakin lambat tercapai suhu gelatinisasi. Pemanasan yang diberikan hingga suhu tertentu tidak akan menyebabkan naiknya kekentalan, karena pati memiliki batas toleransi terhadap suhu yang diberikan. Berapapun besarnya energi kinetik yang disediakan tidak akan pernah mampu untuk memecahkan ikatan-ikatan hidrogen yang luar biasa jumlahnya.

Granula pati tapioka mengandung amilosa sebanyak 18 % dan amilopektin 82 % (Herper dan Hepworth, dalam Haryanto dan Pangloli, 1992). Tapioka mempunyai sifat dapat bergelatinisasi pada suhu  $52 - 64^{\circ} \text{C}$  yang relatif rendah dibandingkan dengan tepung lain yang mengandung amilopektin tinggi, oleh karena itu tapioka mudah dan cepat membengkak bila dipanaskan dalam air, tetapi adanya pembengkakan yang berlebihan dan pengadukan (gaya mekanis) menyebabkan granula pati pecah sehingga suspensi menjadi encer (Hodge & Usman, dalam Yuonne, 1981).

Tapioka mengandung senyawa amilopektin yang mempunyai sifat sangat jernih yang mampu meningkatkan penampilan, memiliki daya pemekatan yang tinggi sehingga kebutuhan pemakaian relatif sedikit dan suhu gelatinisasinya relatif rendah. Komponen amilopektin yang tinggi akan menentukan daya kembang sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan kerupuk.

### 2.3 Aren Sagu

Pohon Aren atau Enau (*Arenga pinnata*) merupakan pohon yang menghasilkan bahan-bahan industri yang sudah sejak lama dikenal. Hampir semua bagian atau produk tanaman ini dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomi. Semua bagian dari pohon aren dapat diambil manfaatnya baik mulai dari bagian-bagian fisik pohon maupun dari hasil-hasil produksi. Dari hasil produksi ini salah satunya adalah pati atau tepung dalam batang, yang dapat digunakan sebagai

bahan untuk pembuatan berbagai macam makanan. Pati aren ini diambil pada batang pohon bagian empulurnya. Empulur inilah yang mengandung sel-sel parenchym pati (Sunanto, 1993). Biasanya pengusaha pati sudah dapat melihat dan menguji jumlah tepung yang terkandung dalam pohon aren yaitu dengan cara menancapkan kampaknya yang tajam pada batang aren. Jika pada kampaknya setelah mencapai empulur batang dan terlihat adanya tepung putih yang menempel berarti batang tersebut mengandung pati atau sedikit mengandung pati.

Saat ini tercatat sekitar 2800 jenis tanaman anggota keluarga palmae yang terdiri dari 215 genus. Sebanyak 460 jenis dari 35 genus diantaranya terdapat di Indonesia dan tersebar diberbagai pulau, baik pulau besar maupun pulau kecil. Dari sekian ratus jenis tanaman keluarga palmae di Indonesia, maka tanaman aren termasuk jenis tanaman unggulan jika dilihat dari potensi dan kegunaannya (Lutong, 1993).

Lutong (1993) menyatakan bahwa data pasti tentang jumlah populasi tanaman aren di Indonesia hingga tahun 1993 memang belum ada yang jelas, tanaman ini tumbuh tersebar di berbagai pulau dan hampir seluruh populasinya merupakan tanaman liar yang tumbuh sukar tanpa sentuhan tangan manusia. Saat ini populasi tanaman aren terus dikuras untuk berbagai keperluan, tetapi usaha peremajaan dan pelestariannya kurang bahkan tidak diperhatikan.

Di berbagai daerah, tanaman aren yang tumbuh liar banyak ditebang karena desakan ekonomi. Satu pohon akan mempunyai berat bagian dalam 270 – 360 kg dengan hasil pati sagu sekitar 90 – 180 kg dengan kandungan pati dibagian dalam batang sebesar 40 %. Hasil tebang tersebut dijual ke pabrik tepung aren dengan imbalan harga yang lumayan. Pada awal tahun 1993, harga setiap batang aren rata-rata Rp 15.000,- hingga Rp 30.000,- bahkan ada yang lebih. Perbedaan harga batang aren ini tergantung pada beberapa faktor seperti tinggi/rendahnya kandungan pati sesuai hasil pemeriksaan pihak pembeli, kondisi pertumbuhan dan harga yang berlaku di setiap daerah (Lutong, 1993).

Sunanto (1993) menyatakan bahwa pada prinsipnya pengembangan tanaman aren di negara kita sangat prospektif. Disamping dapat memenuhi kebutuhan konsumsi di dalam negeri atas produk-produk yang berasal dari tanaman aren, juga dapat meningkatkan pendapatan petani dari usaha tani tanaman aren, dan dapat pula melestarikan sumber daya alam serta lingkungan hidup.

Kabupaten Jember mempunyai potensi yang cukup besar bagi pengembangan tanaman aren dan berbagai produk olahannya, terutama pati aren. Hanya saja selama ini pembuatan pati aren masih dilakukan secara tradisional di sebuah rumah industri kecil, dimana dihasilkan kualitas yang dihasilkan beragam dan belum diketahui karakteristik sifat fisiko-kimia dan fungsionalnya, sehingga memerlukan sedikit perbaikan dari dalam cara pembuatannya. Perbaikan-perbaikan yang dilakukan akan dapat meningkatkan nilai jual dari pati aren itu sendiri yang selama ini cukup rendah yaitu sekitar Rp 1000,- sampai dengan Rp 2000,- .

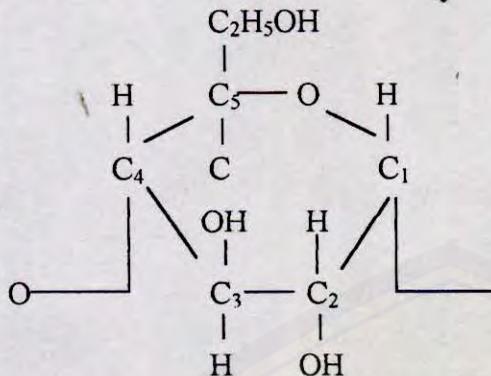
Dalam pembuatan pati aren, pohon aren yang sudah terpilih yaitu mengandung pati cukup banyak, ditebang kemudian dipotong-potong sepanjang 1,25 – 2,0 meter untuk memudahkan pengangkutan. Setelah dipotong-potong batang aren dipecah membujur dengan menggunakan kampak menjadi 4 bagian yang sama sehingga tampak bagian dalamnya. Tengkalannya kemudian diparut menggunakan mesin parut, hasil parutnya kemudian diayak untuk memisahkan serat kasar dengan patinya. Setelah pati yang terbentuk diambil maka proses selanjutnya adalah pemutihan. Proses pemutihan ini bertujuan untuk memperoleh tepung aren yang putih dan bersih. Untuk proses ini digunakan  $C_2OCl_2$ . Proses ini dilakukan dalam bak besar dimana pati aren dilarutkan dalam air dan dicampur dengan kaporit secukupnya kemudian larutan pati dibiarkan mengendap secara sempurna. Setelah pati seluruhnya mengendap, air diatas permukaan endapan pati dibuang melalui lubang pembuangan khusus ke dalam bak penampungan khusus untuk menampung limbah pemutihan tersebut. Proses selanjutnya adalah pengeringan dan pengayakan untuk menghasilkan pati aren yang halus. Salah satu perusahaan yang memproduksi pati aren ini adalah perusahaan “Cahaya Pohon Mas” yang berlokasi di daerah

Bangsalsari, Jember. Perusahaan ini mempunyai kegiatan pada proses pemutihan. Pada proses pemutihan ini akan dihasilkan limbah atau serat dari hasil penyaringan pertama. Limbah ini sering disebut dengan abangan. Abangan ini jika diputihkan lagi akan menghasilkan pati aren dengan mutu dua yang biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan kerupuk.

Dengan meningkatnya harga pati yang biasa digunakan dalam menghasilkan produk olahan seperti tapioka atau tepung gandum, menyebabkan aren sagu menjadi alternatif pengganti seperti pada pembuatan empek-empek, bakso, sohun, kerupuk, dan sebagainya.

#### 2.4 Struktur dan Sifat Fisik Pati

Pati merupakan bahan makanan cadangan bagi tumbuh-tumbuhan dan secara umum merupakan bahan organik pertama yang diproduksi dari suatu proses fotosintesa. Ditinjau secara histologis, pati terdapat dalam plastida-plastida yang disebut amiloplas atau kloroplas (Hodge dan Osman, 1976). Pati merupakan polimer karbohidrat yang disusun dalam tanaman melalui pengikatan kimiawi dari ratusan hingga ribuan satuan-satuan glukosa, untuk membentuk molekul-molekul yang berantai panjang, dalam bentuk granula. Granula pati dapat diperoleh dari kebanyakan tanaman dengan menyaring bagian tanaman yang sudah dihancurkan, dengan menggunakan kain kasar, dan kemudian mengendapkan granula-granula pati dari filtrat (Haryadi, 1995). Satuan dasar pati adalah anhidroglukosa atau lebih tepatnya  $\alpha$ -D-anhidroglukopiranos. Adapun rumus empiris pati dapat digambarkan sebagai  $(C_6H_{10}O_5)_n$  seperti yang tampak pada Gambar 1 (Knight dalam Haryadi, 1995).



Gambar 1. Satuan anhidroglukosa pati

Menurut Kerr dalam Haryadi (1995), macam-macam bentuk granula pati umumnya adalah bulat, lonjong (bulat telur), ataupun bersegi banyak. Ciri-ciri lain adalah bentuk dan ukuran granula, letak hilum, keberadaan atau ketidak-beradaan striasi yang mungkin sebagian atau seluruhnya melingkari hilum, dan kenampakan granula jika diamati dengan sinar terpolar yaitu tampak terdapat bagian yang gelap berbentuk silang (*birefringensi*). Berdasarkan kenyataan bahwa granula pati menunjukkan birefringensi, keadaan tersebut menyingkap bahwa arah molekul-molekul pada granula pati adalah tersusun secara teratur. Ukuran granula pati umumnya berkisar antara 1 – 100 mikron. Granula pati komersial berukuran terkecil ialah granula pati beras, yaitu sekitar 3 – 8 mikron. Pati adalah salah satu jenis polisakarida yang amat luas tersebar di alam. Bahan ini disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuh-tumbuhan dalam biji buah seperti : padi, jagung, sorghum; di dalam umbi seperti : ubi kayu, ubi jalar, uwi dan batang seperti aren sagu.

Menurut Biliaderis dalam Haryadi (1995), penyusun granula pati terutama adalah karbohidrat, namun sebenarnya juga mengandung penyusun-penyusun yang sedikit, yaitu lipida, fosfor (dalam bentuk ester fosfat) dan protein. Penyusun sedikit tersebut dapat mempengaruhi sifat-sifat yang dimiliki oleh granula-granula pati.

Jumlah air yang diabsorpsi oleh granula pati tergantung pada kelembaban relatif dan suhu penyimpanan atmosfer. Beberapa dari pati komersial mengandung kelembaban 10 – 20 % dibawah kondisi atmosfer normal. Pada kondisi biasa, pati sereal mengandung prosentase lemak yang lebih tinggi (0,6 – 1 %) dibandingkan dengan pati kentang (0,05 %) dan pati tapioka (0,1 %) (Swinkels, 1995).

Lebih lanjut Swinkels (1985), menyatakan bahwa pada keadaan biasa, jumlah yang besar dari lemak pada pati sereal mempunyai dampak yang kurang menguntungkan, di antaranya :

1. Lemak mengurangi kapasitas pengikatan air, pembengkakan dan kelarutan pati.
2. Oksidasi lemak mengakibatkan suatu pembentukan rasa yang tidak menyenangkan.

Kadar protein yang tinggi pada pati sereal menimbulkan akibat yang tidak diinginkan yaitu pembentukan aroma tepung, pembentukan busa dan warna pada hidrolisa.

Penambahan pati ke dalam makanan berfujuan sebagai sumber karbohidrat, pengeras dan pengental makanan. Selain itu penambahan pati juga dimaksudkan sebagai media pembawa zat gizi seperti vitamin dan mineral. Pati yang dikonsumsi langsung adalah pati yang merupakan bagian dari makanan, bukan pati dalam bentuk murni. Akan tetapi pati yang murni, baik yang alamiah maupun modifikasinya mempunyai peranan penting dalam pengolahan pangan (Hodge dan Osman, 1976). Jika dilihat dari kenampakan dan kelarutannya, maka pati berwarna putih, berbentuk serbuk bukan kristal yang tidak larut dalam air dingin. Tidak seperti monosakarida dan disakarida, pati dan polisakarida tidak mempunyai rasa yang manis (Gaman dan Sherrington, 1994).

Kenampakan merupakan salah satu faktor penting didalam menentukan daya tarik pati dan salah satu kenampakan yang perlu diperhatikan adalah warna pati. Warna pati akan menentukan produk olahannya. Warna pada pati salah satunya dipengaruhi oleh adanya senyawa fenol. Lendir yang mengandung senyawa fenol akan menyebabkan warna semakin coklat (Makfoeld, 1982).

Sifat-sifat pati ditentukan oleh panjang rantai karbon serta lurus atau bercabangnya rantai molekul. Struktur molekul pati tersusun oleh dua jenis polisakarida yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi yang terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak larut disebut amilopektin (Winarno, 1989). Keduanya merupakan polimer-polimer yang tersusun atas unit-unit anhidroglukosa. Kedua polimer tersebut berbeda dalam hal ukuran, cara unit-unit monomer dasar saling terikat dan bentuk (Furia, 1977). Molekul amilosa merupakan rantai linear yang terdiri dari 70 – 350 unit glukosa dengan ikatan  $\alpha$  - 1,4 glikosida. Rantai lurus amilosa cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain dan saling berikatan dengan ikatan hidrogen (Gaman dan Sherrington, 1994). Kira-kira 20 % dari pati adalah amilosa. Dalam makanan, amilosa selalu membentuk kompleks dengan mono dan di-gliserida dan asam lemak bebas atau garamnya. Kompleks yang dibentuk molekul amilosa kurang baik, sebab itu kompleks molekul dengan rantai hidrokarbon memberikan stabilitas yang besar untuk makanan (Hui, 1991). Dalam konsentrasi tinggi, kumpulan-kumpulan molekul amilosa ini akan meningkat sampai titik tertentu dan akan terjadi pengendapan. Menurut Luallen (1985), amilosa ini merupakan komponen yang berperan penting dalam menentukan sifat gel dan berperan juga dalam terjadinya *retrogradasi* (set back). Molekul amilopektin terdiri dari 100.000 unit glukosa yang berikatan membentuk struktur bercabang dengan ikatan  $\alpha$  - (1,4) dan (1,6) glikosida (Gaman dan Sherrington, 1994). Menurut Foster (1965), amilopektin merupakan komponen yang jauh lebih kompleks dan mempunyai berat molekul yang lebih besar daripada amilosa, mempunyai sifat-sifat tidak dapat membentuk kompleks dengan iodine, mempunyai kekentalan yang lebih rendah dibandingkan amilosa dan memiliki daya kohesif yang sangat tinggi (Gaman dan Sherrington, 1994).

Menurut Whistler dan Smart (dalam Haryadi, 1995), amilopektin umumnya merupakan penyusun utama kebanyakan granula pati. Fraksi amilosa dalam granula pati umumnya berkisar antara 22 – 26 %, sedangkan untuk amilopektinnya mencapai

74 – 78 %. Perbandingan berat antara amilosa dan amilopektin pada suatu granula pati adalah beragam, yang bergantung pada jenis tumbuhannya. Perbedaan sifat amilosa dan amilopektin mengenai reaksi dengan iodin, kristalinitas, kelarutan dalam air, dan kemantapan dalam larutan banyak air dapat dilihat dalam Tabel 3. Perbandingan berat amilosa dan amilopektin pada granula pati dengan demikian menentukan sifat-sifat granula yang bersangkutan.

**Tabel 3. Sifat-Sifat Amilosa dan Amilopektin**

Sifat-sifat	Amilosa	Amilopektin
Reaksi dengan Iodin	biru kelam	merah ungu
Berat molekul	250,000	1,000,000
Analisis sinar - X	kristalinitas	amorf
Kemantapan dalam air	tinggi	tak larut
Kemantapan dalam larutan dalam air	larut retrogradasi	mantap

Sumber : Haryadi, 1995

Umumnya makin banyak kandungan amilopektin, kerupuk makin besar mengembang. Hal ini karena bangunan amilopektin kurang kompak dan kurang kuat menahan pengembangan masa yang lenting selama penggorengan. Bahan penyusun lain tentu saja mengurangi proporsi pati, dengan akibat dapat mengurangi pengembangannya (Haryadi dkk, 1989).

**Tabel 4. Sifat-Sifat Kerupuk dengan beberapa Jenis Pati**

Jenis Pati	Kandungan		Daya Kembang	Sifat-Sifat Organoleptik *)		
	Amilosa (%)	Amilopektin (%)		Kry	Flvr	Tk Pnrm
Tapioka	17.6	82.4	178.0	7.8	7.2	7.5
Aren sagu	21.3	78.7	58.4	3.8	5.4	4.7
Jagung	22.3	77.8	49.1	3.5	5.6	4.8
Sagu	24.0	76.0	79.0	4.2	5.2	4.2
Garut	26.2	73.8	39.0	2.3	4.5	3.2
Gayong	27.4	72.6	43.6	2.4	3.6	2.9

Keterangan : \*) Semakin tinggi nilai, kerenyahan, flavor dan tingkat penerimaan semakin tinggi  
*Kry* : kerenyahan  
*Flvr* : flavor  
*Tk pnrn* : tingkat penerimaan

## 2.5 Gelatinisasi dan Retrogradasi

Menurut Harper (dalam Sukatiningsih, 1993), mekanisme proses gelatinisasi adalah mula-mula butiran pati akan menyerap air yang akan memecahkan kristal amilosa dan memutuskan ikatan-ikatan struktur heliks dari molekul tersebut. Dengan adanya penambahan air dan pemanasan maka amilosa mulai berdifusi keluar butiran dan akhirnya butiran tersebut hanya terdiri dari sebagian amilopektin yang kemudian pecah dan membentuk suatu matriks dengan amilosa yang merupakan gel. Sedangkan menurut Hodge dan Osman (dalam Haryadi, 1995), gelatinisasi pati merupakan peristiwa pembentukan gel, dimulai dengan hidrasi pati, yaitu penyerapan, molekul-molekul air oleh molekul-molekul pati. Gugus hidroksil yang sangat banyak pada molekul pati merupakan penentu utama yang menyebabkan pati bersifat suka air. Menurut Foster (1965) jika pati sudah membentuk gel, setelah dipanaskan dengan cukup banyak air, struktur granulanya rusak sehingga sifat-sifatnya terutama tergantung pada perbandingan amilosa dan amilopektin.

Dalam air yang bersuhu kurang dari  $60^{\circ}\text{C}$ , granula pati belum mengalami gelatinisasi. Sedikit air mungkin masuk ke dalam granula melalui daerah-daerah amorf, tetapi tidak demikian dengan pada daerah kristalin yang kompak, sehingga daerah tersebut terhindar dari penggelembungan (Hodge dan Osman, dalam Haryadi, 1995). Campuran granula pati dengan air dingin mengakibatkan hidrasi pati, yaitu pati menyerap air kira-kira 25 – 30 %; namun air yang telah terserap tersebut akan mengalami dehidrasi sehingga air yang semula terperangkap dapat keluar kembali dari granula pati (*reversible*).

Granula pati tidak larut dalam air, karena jaringan molekulernya terikat melalui ikatan hidrogen. Waktu, suhu, dan pengadukan terhadap suspensi pati menghasilkan tenaga yang melemahkan ikatan hidrogen sehingga air dapat diserap oleh granula pati (Haryadi, 1995).

Jika suspensi granula pati dalam air dipanaskan hingga suhu airnya mencapai antara  $60 - 70^{\circ}\text{C}$ , sedikit bagian granula pati yang besar mengembang dengan cepat. Penggelembungan berakibat kehilangan sifat birefringensi. Gelatinisasi

mula-mula terjadi pada daerah yang ikatannya paling longgar. Jika dilihat dengan mikroskop, penggelembungan berawal dari daerah berongga (hillum), selanjutnya menyebar kebagian tepi granula. Jika suhu terus ditingkatkan, granula-granula pati yang lebih kecil menggelembung hingga pada kisaran suhu antara  $10 - 150^{\circ}\text{C}$  di atasnya, semua menggelembung. Perubahan melalui tahap tersebut diatas adalah bersifat tidak dapat balik (*irreversible*) (Hodge dan Osman, dalam Haryadi, 1995).

Kisaran suhu pada peristiwa penggelembungan semua granula pati yang terjadi tersebut disebut kisaran suhu gelatinisasi. Sifat ini khas untuk beragam pati, sehingga kenyataan ini dapat membantu dalam hal penentuan jenis pati (Hodge dan Osman, dalam Haryadi, 1995).

Suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Suhu gelatinisasi berbeda-beda bagi tiap jenis pati dan merupakan suatu kisaran. Dengan viskosimeter, suhu gelatinisasi dapat ditentukan, misalnya pada jagung  $62 - 70^{\circ}\text{C}$ , beras  $68 - 78^{\circ}\text{C}$ , gandum  $54,5 - 64^{\circ}\text{C}$ , kentang  $58 - 66^{\circ}\text{C}$ . Suhu gelatinisasi juga dapat ditentukan dengan *polarized microscope* (Winarno, 1995).

Semakin besar ukuran butir pati, semakin tinggi suhu gelatinisasi. Sebagian besar pati menjadi gel pada suhu yang tidak lebih dari  $95^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pati umbi-umbian seperti kentang dan singkong akan menjadi gel pada suhu yang lebih rendah (Mulyohardjo, 1983).

Granula pati mempunyai sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga di bawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat ini disebut sifat *birefringent*. Pada waktu granula pati mulai pecah, sifat birefringent ini akan menghilang.

Selain konsentrasi, pembentukan gel ini dipengaruhi oleh pH larutan. Pembentukan gel optimum pada pH 4 – 7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat, dan bila pemanasan diteruskan, viskositas akan turun lagi.

mula-mula terjadi pada daerah yang ikatannya paling longgar. Jika dilihat dengan mikroskop, penggelembungan berawal dari daerah berongga (hillum), selanjutnya menyebar kebagian tepi granula. Jika suhu terus ditingkatkan, granula-granula pati yang lebih kecil menggelembung hingga pada kisaran suhu antara  $10 - 150^{\circ}\text{C}$  di atasnya, semua menggelembung. Perubahan melalui tahap tersebut diatas adalah bersifat tidak dapat balik (*irreversible*) (Hodge dan Osman, dalam Haryadi, 1995).

Kisaran suhu pada peristiwa penggelembungan semua granula pati yang terjadi tersebut disebut kisaran suhu gelatinisasi. Sifat ini khas untuk beragam pati, sehingga kenyataan ini dapat membantu dalam hal penentuan jenis pati (Hodge dan Osman, dalam Haryadi, 1995).

Suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Suhu gelatinisasi berbeda-beda bagi tiap jenis pati dan merupakan suatu kisaran. Dengan viskosimeter, suhu gelatinisasi dapat ditentukan, misalnya pada jagung  $62 - 70^{\circ}\text{C}$ , beras  $68 - 78^{\circ}\text{C}$ , gandum  $54,5 - 64^{\circ}\text{C}$ , kentang  $58 - 66^{\circ}\text{C}$ . Suhu gelatinisasi juga dapat ditentukan dengan *polarized microscope* (Winarno, 1995).

Semakin besar ukuran butir pati, semakin tinggi suhu gelatinisasi. Sebagian besar pati menjadi gel pada suhu yang tidak lebih dari  $95^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pati umbi-umbian seperti kentang dan singkong akan menjadi gel pada suhu yang lebih rendah (Mulyohardjo, 1983).

Granula pati mempunyai sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga di bawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat ini disebut sifat *birefringent*. Pada waktu granula pati mulai pecah, sifat birefringent ini akan menghilang.

Selain konsentrasi, pembentukan gel ini dipengaruhi oleh pH larutan. Pembentukan gel optimum pada pH 4 – 7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat, dan bila pemanasan diteruskan, viskositas akan turun lagi.

Pada pH 4 – 7 kecepatan pembentukan gel lebih lambat daripada pH 10, tapi bila pemanasan diteruskan viskositas tidak berubah (Winarno, 1995).

Pati yang sudah mengalami gelatinisasi (membentuk gel) mudah mengalami retrogradasi. Pada keadaan ini amilosa membentuk struktur seperti kristal; sedangkan amilopektin sedikit atau sama sekali tidak mengalami retrogradasi. Dalam keadaan ini mungkin amilopektin lebih berperan dalam pengembangan volume pangan yang banyak mengandung pati yang diolah melalui tahap-tahap gelatinisasi, pengeringan, dan perlakuan panas pada suhu tinggi, misalnya pada pembuatan kerupuk.

Amilosa pada pati setelah mengalami retrogradasi membentuk bangunan seperti puntiran. Gugus -OH polar mengarah di bagian luar puntiran, sehingga bagian luar bersifat hidrofilik, sedangkan di bagian dalam bangunan bersifat hidrofobik karena atom-atom hidrogen dan oksigen mengarah ke bagian dalam. Sisi dalam puntiran memerangkap senyawa flavor hidrofobik membentuk senyawa kompleks. Senyawa kompleks tersebut umumnya tidak terlepas pada saat hasil olahan akhir dimakan, kecuali jika olahan tersebut cukup lama berada di dalam mulut, yaitu lebih dari 20 detik yang pada kesempatan ini amilase air liur melakukan hidrolisis pati dan melepaskan senyawa flavor. Pati-pati dengan kandungan amilosa rendah seperti pati tapioka memiliki sifat dapat menyerap flavor dalam jumlah yang rendah. Pati-pati yang banyak mengandung amilosa, seperti pati jagung dan pati kentang dapat menyerap senyawa flavor lebih banyak dan membentuk senyawa kompleks (Haryadi, 1990).

## 2.6 Kerupuk

Kerupuk merupakan makanan ringan yang populer dan sangat disenangi seluruh masyarakat Indonesia baik di kota-kota besar maupun di pelosok-pelosok desa dan mulai orang tua sampai anak balita (Suyitno, 1986). Bagi masyarakat kalangan menengah keatas, kerupuk dikenal sebagai makanan camilan (ringan), sedangkan kalangan masyarakat menengah kebawah, sangat akrab sebagai teman setia untuk makan nasi atau lauk. Selain harganya sangat murah kerupuk ini

mempunyai daya tarik luar biasa yaitu sifatnya yang renyah sewaktu dimakan, sehingga tidaklah heran apabila ada pendapat yang mengatakan tidaklah meriah apabila makan tanpa kerupuk, sehingga dikenal sebagai bahan pangan yang murah meriah (Haryadi, 1990).

Kerupuk merupakan produk makanan kering yang dibuat dari tepung tapioka atau sagu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain, harus disiapkan dengan cara menggoreng atau memanggang sebelum disajikan (Nirawan, 1992). Menurut Winarno (1991), kerupuk adalah jenis makanan kering yang terbuat dari bahan yang mengandung karbohidrat yang cukup tinggi dan dalam proses pembuatannya pati tersebut akan tergelatinisasi dengan cara menambahkan air serta mengukus adonan yang terbentuk sehingga akan dapat mengembang pada saat penggorengan. Perbedaan bahan bantu atau rempah-rempah yang ditambahkan menghasilkan kerupuk yang berbeda (Wahab, 1989). Sedangkan menurut Standart Industri Indonesia (SII), kerupuk didefinisikan sebagai makanan kering yang terbuat dari tepung tapioka atau sagu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan yang terlebih dahulu harus disiapkan dengan cara menggoreng atau memanggang sebelum disajikan.

Kerupuk tidak hanya digemari di Indonesia, tetapi sudah dikenal di Belanda, Kanada, Perancis, Amerika Serikat dan negara-negara barat lainnya. Berbagai macam kerupuk dapat dijumpai dipasaran baik dalam bentuk mentah maupun sudah digoreng (Wahyudi, 1991).

Berdasarkan jenisnya terdapat berbagai macam kerupuk yang populer di Indonesia, antara lain yaitu kerupuk kasar dan halus. Kerupuk kasar dibuat dari bahan dasar tepung tapioka dan tepung terigu serta bahan tambahan lainnya, sedangkan kerupuk halus dibuat dari tepung tapioka ditambahkan dengan udang, ikan, telur dan bumbu-bumbu lainnya (Winarno dkk, 1973). Sedangkan menurut Wahyuni dan Astawan (1988), kerupuk sangat beragam dalam bentuk, ukuran, bau, warna, rasa, kerenyahan, ketebalan, nilai gizi dan sebagainya. Perbedaan ini disebabkan karena pengaruh budaya daerah penghasil kerupuk, bahan baku dan

bahan tambahan yang digunakan serta alat dan cara pengolahannya. Menurut bentuknya, kerupuk dibagi dua kelompok yaitu kerupuk yang berbentuk mie atau bentuk lainnya dan bentuk iris (Nirawan, 1992). Syarat mutu kerupuk berdasarkan SII 0272 – 90 dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Syarat Mutu Kerupuk Menurut SII 0272 – 90**

No	Parameter	Satuan	Kerupuk Non Sumber Protein	Kerupuk Sumber Protein
1.	Keadaan Bau, Rasa, Warna		Normal	Normal
2.	Keutuhan	% b/b	Min 95	Min 95
3.	Benda-Benda Asing dan Potongan Menurut Stadia		Tidak ada	Tidak ada
4.	Kadar Air	% b/b	Maks 12	Maks 12
5.	Kadar Abu Tanpa Garam	% b/b	Maks 1	Maks 1
6.	Kadar Protein (N x 6.25)	% b/b	-	Min 5
7.	Aditif Makanan Pewarna		Sesuai dengan SNI No. 0222-1987-M dan Permenkes No 2772/Men Kes Pers/IX/1988	
	Borax		Tidak Nyata	Tidak Nyata
8.	Cemaran Logam			
	Pb	(mg/kg)	Maks 1	Maks 1
	Cu	(mg/kg)	Maks 10	Maks 10
	Zn	(mg/kg)	Maks 40	Maks 40
	Hg	(mg/kg)	Maks 0.05	Maks 0.05
	As	(mg/kg)	Maks 0.5	Maks 0.5
9.	Cemaran Mikroba			
	Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maks 1 x 1	Maks 1 x 1
	E. Coli	APM/g	64	64

Sumber : Standart Industri Indonesia (SII), 1985

Untuk menghasilkan kerupuk yang baik sangat tergantung dari formula bahan yang digunakan dalam proses pembuatan. Menurut Winarno (1991) proses pembuatan kerupuk meliputi pencampuran bahan baku, pembuatan adonan, pencetakan, pengukusan, pendinginan, pengirisan dan pengeringan serta

penggorengan. Setiap tahapan proses mempunyai fungsi sendiri-sendiri sehingga harus dilakukan dengan baik.

Kerupuk yang bermutu baik apabila mempunyai tekstur yang renyah dan cita-rasa enak serta kenampakan yang menarik. Menurut Budiman (1985) mutu kerupuk sangat ditentukan tekstur yang berkaitan dengan jumlah kandungan pati utamanya kadar amilosa dan amilopektinnya. Sedangkan menurut Haryono (1979), kandungan pati berkorelasi cukup tinggi dengan penilaian konsumen terhadap mutu kerupuk. Pengembangan kerupuk dalam penggorengan dipengaruhi oleh kadar air kerupuk setelah digoreng, sehingga kerupuk harus dikeringkan dahulu sebelum digoreng (Haryono, 1979); besarnya pengembangan kerupuk mempengaruhi kerenyahan (Budiman, 1985).

## 2.7 Proses Pembuatan Kerupuk

Banyak dijumpai berbagai jenis kerupuk yang terdapat di pasaran. Berdasarkan cara pembuatannya kerupuk dapat digolongkan menjadi dua, yaitu kerupuk cetak dan kerupuk iris. Kerupuk cetak adalah kerupuk yang terlebih dahulu dibuat adonan dan pencetakannya dilakukan secara hidrolis dengan penekanan yaitu digenjut kemudian dikukus, sedangkan kerupuk iris adalah kerupuk yang dibuat adonan berbentuk bulat panjang, dikukus dan baru diiris setelah dingin kemudian dikeringkan. Adanya perbedaan tersebut akan mempengaruhi sifat kerupuk yang dihasilkan (Budiman, 1985).

Lebih lanjut Budiman (1985) menyatakan bahwa pada prinsipnya pembuatan kerupuk meliputi pencampuran bahan baku dan pembuatan adonan, pencetakan, pengukusan, pendinginan dan pengeringan serta penggorengan. Bahan baku yang dicampurkan meliputi tepung, bumbu-bumbu dan air. Pada tahap ini dilanjutkan dengan pembuatan adonan. Untuk mendapatkan adonan yang homogen dilakukan pengulenan sampai kalis. Selanjutnya adonan dicetak bulat panjang dan dikukus. Proses pengukusan ini bertujuan untuk gelatinisasi pati sehingga dapat mengembangkan kerupuk ketika digoreng. Proses pendinginan bertujuan untuk

memudahkan dalam pengirisan. Sedangkan proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air bahan sehingga mempunyai daya simpan yang lama dan agar memudahkan dalam menggoreng kerupuk sehingga mengembang dengan baik.

## 2.8 Karakteristik Kerupuk

Kerenyahan merupakan sifat penting dalam produk hasil penggorengan, seperti juga kerupuk. Tekstur pangan kering hasil penggorengan tergantung pada kemudahan terputusnya pertikel-pertikel penyusunya bila dilakukan pengecilan ukuran, seperti misalnya pada pengunyahan; tergantung pada ukuran dan kekukuhan granula-granula pati yang sudah mengembang. Dengan demikian tingkat kerenyahan berhubungan dengan tingkat pengembangan pangan kering hasil penggorengan.

Kadar air maksimal yang dapat terkandung dalam kerupuk adalah 12 %. Selama penggorengan kerupuk, juga terjadi pengurangan kadar air, sehingga antara lain menyebabkan kerupuk menjadi renyah. Pada umumnya kerenyahan produk pangan kering ditentukan juga oleh kadar airnya. Makin tinggi kadar air makin kurang kerenyahannya (Haryadi dkk, 1988).

Tekstur olahan pangan kering tergantung pada kekukuhan ikatan partikel-partikel penyusunnya. Kerenyahan produk kering yang banyak mengandung pati tergantung pada kekukuhan dan ukuran granula-granula pati yang sudah mengembang (Haryadi, 1990).

Pangan kering bila terpapar dengan udara, kadar airnya akan naik hingga mencapai keseimbangan dengan kelembaban udara di sekitarnya. Menurut Haryadi dkk (1988), kerupuk akan menyerap uap air dengan cepat bila berhubungan dengan udara luar atau udara basah pada umumnya hingga mencapai keseimbangan. Makin tinggi kadar air, kerenyahannya berkurang. Sampai pada suatu tingkatan kadar air, yang umumnya belum mencapai tingkat keseimbangan dengan kelembaban udara, kerupuk menjadi basi atau melempem, yang mana sifatnya tidak renyah, tetapi liat. Pada umumnya begitu kerupuk tidak terasa renyah lagi, sudah tidak dapat diterima oleh konsumen.

Kemudahan kerupuk menyerap air kemungkinan berhubungan dengan tingkat pengembangannya, karena makin besar pengembangan, makin banyak rongga-rongga besar pada kerupuk dan makin luas permukaan yang dapat berhubungan langsung dengan udara sekitar. Makin renggang struktur kerupuk dan makin banyak rongga-rongga yang terjadi pada saat pengembangan sampai pada suatu batas menyebabkan kerupuk mudah dipatahkan, sehingga teksturnya tidak terlalu keras tetapi renyah (Haryadi, 1990).

Kerupuk yang baik adalah kerupuk yang volume pengembangannya besar pada saat digoreng. Volume pengembangan kerupuk dipengaruhi oleh kadar amilopektin dalam bahan baku yang dianggap untuk pembuatan kerupuk serta bahan pengembang yang ditambahkan seperti soda kue, soda, abu, amoniak kue dan sebagainya. Makin tinggi kadar amilopektin dalam bahan yang digunakan untuk pembuatan kerupuk, maka volume pengembangan kerupuk yang dihasilkan makin besar (Djarmiko dan Tahir, 1985).

Menurut Haryadi (1990), dalam penyiapan adonan pati pada pembuatan kerupuk, ditambahkan bahan penyedap berupa saus sarden. Kemudian terjadi penyerapan senyawa flavor oleh amilosa sehingga senyawa tersebut tidak dapat menyumbangkan rasa yang berakibat kurang sedap dibanding kerupuk yang dibuat dari pati yang mengandung amilosa lebih sedikit.

Pada saat penggorengan, terjadi hidrolisis minyak menghasilkan asam lemak, monogliserida, digliserida yang bersifat hidrofobik dan gliserol. Senyawa-senyawa hidrofobik tersebut dapat membentuk ikatan kimiawi dengan pati (Haryadi dkk, 1988). Senyawa kompleks tersebut sangat mungkin menyebabkan pengurangan kesukaan pati mengikat air, sehingga hasil olahan kurang higroskopis. Bagian pati yang membentuk senyawa kompleks sangat mungkin adalah amilosa. Kerupuk yang terbuat dari pati yang banyak mengandung amilosa kemungkinan bersifat kurang higroskopis atau tidak mudah menjadi melempem.

Warna pati pada umumnya putih, tetapi bahan-bahan lain yang terikut dapat mengubah warnanya. Misalnya pati jagung berwarna kekuning-kuningan.

Warna-warna tersebut kemungkinan mempengaruhi warna akhir olahan sehingga dapat mempengaruhi tingkat penerimaan oleh konsumen (Haryadi, 1990).

## 2.9 Bahan Tambahan

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI. No. 329/ Menkes/ PER/ XII/ 76, yang dimaksud dengan *Food Additive* adalah bahan yang ditambahkan dan dicampurkan sewaktu pengolahan makanan untuk meningkatkan mutu. Termasuk ke dalamnya adalah pewarna, penyedap rasa dan aroma, pemantap, antioksidan, pengawet, pengemuls, antigumpal, pemucat, dan pengental (Winarno, 1992).

Bahan tambahan yang digunakan untuk menambah cita rasa kerupuk adalah air, garam, terasi, bawang putih, vitsin dan pengembang yang mempunyai fungsi dan kegunaan masing-masing. Air berfungsi sebagai bahan yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada dalam bahan pangan, serta dapat melarutkan berbagai bahan seperti penambah cita rasa dan bumbu-bumbu. Air untuk industri pangan memegang peranan penting karena dapat mempengaruhi mutu makanan yang dihasilkan dan air dapat diterima secara bakteriologi yaitu tidak mengganggu kesehatan. Menurut Winarno (1991), sifat-sifat kimia air dipengaruhi oleh pH, kandungan mineral, logam, kandungan gas-gas terlarut dan kesadahan. Pemanasan air mengurangi daya tarik menarik antara molekul-molekul sehingga air lebih mampu berikatan dengan molekul senyawa lainnya.

Penambahan Soda- $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) berfungsi sebagai pengembang dalam pembuatan kerupuk sehingga akan dihasilkan kerupuk yang lebih baik. Untuk memaksimalkan hasil perlakuan, selain konsentrasi NaOH dan lama pengulenan adonan, juga suhu yang digunakan di dalam pengulenan haruslah optimum namun belum menyebabkan gelatinisasi pati dari bahan dasar yang diuleni.

Bumbu-bumbu yang ditambahkan dalam adonan kerupuk akan sangat mempengaruhi cita rasa kerupuk yang dihasilkan. Tujuan dari pemberian bumbu-bumbu ini adalah untuk memperbaiki cita rasa kerupuk yang akan dihasilkan. Tujuan dari pemberian bumbu-bumbu ini adalah untuk memperbaiki cita rasa

kerupuk. Untuk jenis dan jumlah rempah-rempah atau bumbu-bumbu yang akan ditambahkan tergantung cita rasa yang diinginkan (Basuki dan Anas, 1988).

Penambahan garam dalam pembuatan kerupuk berfungsi sebagai penambah cita rasa, mempertinggi aroma dan memperkuat adonan. Banyaknya garam yang digunakan atau ditambahkan biasanya berkisar 2 – 2,5 %; sedangkan apabila pemberian garam tersebut terlalu banyak maka adonan akan terasa asin dan tekstur dari kerupuk menjadi agak kasar (Winarno, 1984). Menurut Basuki dan Anas (1985), garam yang digunakan adalah garam yang mutunya baik, antara lain kadar kotorannya sedikit, warna putih mengkilat.

Pada pembuatan terasi, terjadi penyebaran senyawa-senyawa turunan protein seperti protease, pepton dan asam amino. Pada proses fermentasi pembuatan, terasi tidak tersebar merata dalam struktur bagian terasi tersebut, sehingga akan menyebabkan ketidak seragaman jumlah protein dan struktur bagian terasi. Adanya kandungan protein pada terasi menyebabkan tekstur yang halus dan cita rasa yang lebih gurih pada kerupuk.

Allisin adalah merupakan komponen minyak essensial bersifat antimikroba yang terdapat pada bawang putih. Allisin pada bawang putih mengandung sulfur organik yang secara kimia terdiri atas tiosulfonat dan disulfida. Disulfida berperan menghambat pertunasan sel khamir pada bahan. Penambahan bawang putih dalam pembuatan kerupuk ditujukan untuk memberikan aroma khas dan cita rasa yang lebih enak. Dengan adanya kandungan allisin yang sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan spora atau hifa dan germinasi pada khamir; sehingga penambahannya pada pembuatan kerupuk dapat bertindak pula sebagai pengawet.

Menurut Sudarmadji (1991), *Mono Sodium Glutamat* (MSG) merupakan garam natrium dari asam glutamat. Di dalam terdapat berbagai bentuk turunan asam glutamat disamping sebagai MSG. Asam Glutamat terdapat dalam bentuk terikat maupun bebas dalam bahan makanan misalnya daging, ikan, susu dan sayuran. Bentuk terikatnya berupa protein. Umumnya beredar di pasaran dalam bentuk kristal monohidrat dan dikenal sebagai Ajinomoto, Sasa, Miwon dan Maggie.

Pemberian MSG pada pembuatan kerupuk dimaksudkan untuk meningkatkan rasa enak atau menekan rasa yang tidak diinginkan dari suatu bahan pangan sehingga dengan ditambahkan MSG pada adonan kerupuk dapat memperbaiki cita rasanya (Winarno, 1988).

## 2.10 Pencoklatan (*Browning*)

### 1. Pencoklatan Enzimatis

Proses pencoklatan enzimatis memerlukan adanya enzim fenol oksidase dan oksigen yang harus berhubungan dengan substrat tersebut. Enzim yang dapat mengkatalisis oksidasi dalam proses pencoklatan, misalnya : fenol oksidase, polifenol oksidase, fenolase atau polifenolase masing-masing bekerja secara spesifik untuk substrat tertentu. Terjadinya reaksi pencoklatan melibatkan perubahan dari bentuk kuinol menjadi kuinon.

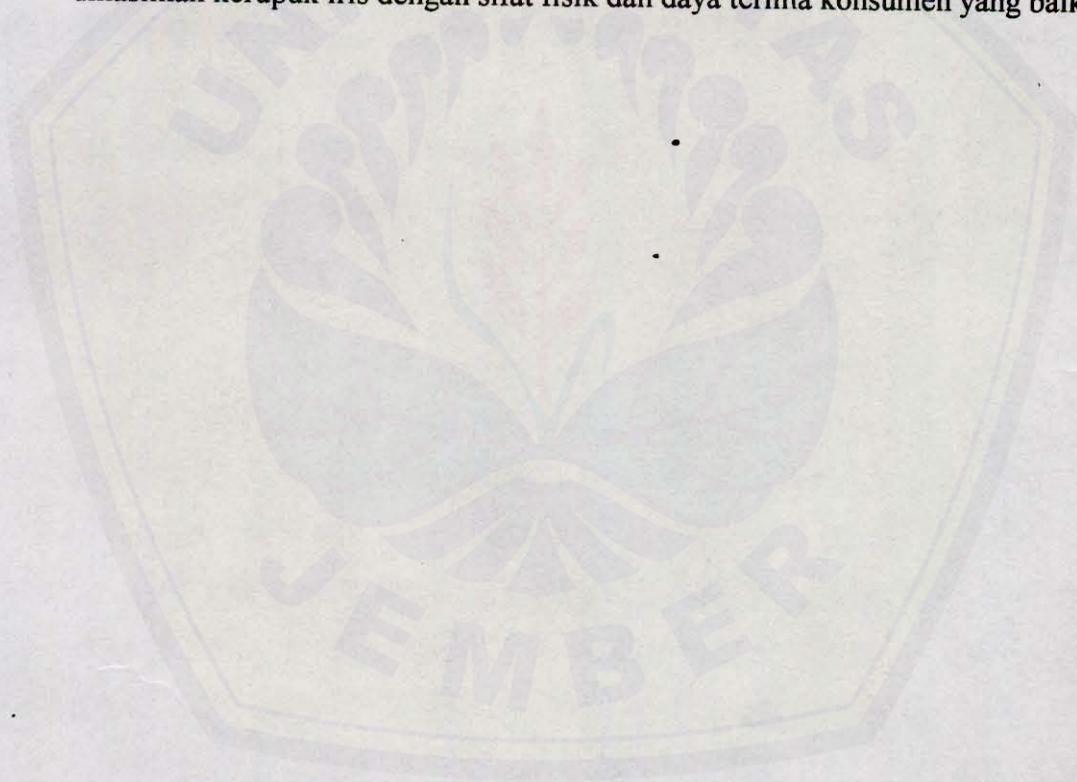
### 2. Pencoklatan Non Enzimatis

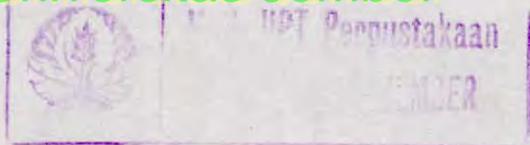
Reaksi pencoklatan yang non enzimatis belum diketahui atau dimengerti penuh. Tetapi pada umumnya ada tiga macam reaksi pencoklatan non enzimatis yaitu karamelisasi, reaksi Maillard, dan pencoklatan akibat vitamin C (Winarno, 1992). **Karamelisasi** diawali dengan dipecahnya setiap molekul sukrosa menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah molekul fruktosa (fruktosa yang kekurangan satu molekul air). Suhu yang tinggi mampu mengeluarkan sebuah molekul yang analog dengan fruktosa. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi, dan beberapa jenis asam timbul dalam campuran tersebut yang akan mencegah terjadinya ionisasi. **Reaksi Maillard** merupakan reaksi-reaksi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat, yang sering dikehendaki atau kadang-kadang malahan menjadi pertanda penurunan mutu. **Vitamin C (asam askorbat)** merupakan suatu senyawa reduktor dan dapat bertindak sebagai *precursor* untuk pembentukan warna coklat non enzimatis. Asam-asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan asam dehidroaskorbat.

Dalam suasana asam, cincin lakton asam dehidroaskorbat terurai secara *irreversibel* dengan membentuk suatu senyawa diketogulonat; dan kemudian berlangsunglah reaksi Maillard dan proses pencoklatan (Winarno, 1992).

### 2.11 Hipotesa

1. Variasi penambahan substitusi tepung biji nangka pada kerupuk iris dengan bahan dasar tapioka dan aren sagu akan menghasilkan kerupuk iris dengan sifat fisik dan daya terima konsumen yang berbeda.
2. Pada jumlah penambahan substitusi tepung biji nangka yang tepat akan dihasilkan kerupuk iris dengan sifat fisik dan daya terima konsumen yang baik.





### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dasar untuk penelitian adalah tapioka dan aren sagu yang diperoleh di Pasar Tandjung Jember. Sebagai bahan pencampur atau substitusi digunakan biji nangka dari jenis nangka kunir yang kemudian diolah menjadi tepung biji nangka.

Bahan kimia yang dipergunakan untuk analisa adalah  $\text{BaCl}_2$  dan  $\text{NaHSO}_3$ . Bahan pembantu yang digunakan adalah air, terasi, bawang putih, garam, soda kue, vetsin dan air hangat.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk pembuatan kerupuk dan analisa produk. Alat-alat pengolahan kerupuk adalah baskom plastik, timbangan kasar, pengaduk kayu, talenan, pisau stainless steel, piring, daun pisang, alat pengukus (dandang), tungku pemanas (kompor), alat pengering (oven), panci, wajan dan sotil, pisau pengiris otomatis, lengser.

Peralatan analisa kerupuk meliputi peralatan glass, yaitu : *beakerglass*, penjepit (gegep), desikator, timbangan analitik, oven, cawan aluminium, jangka sorong, krus porselin, *Colour Reader*.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu dan Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2000 sampai bulan November 2000.

#### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor.

Faktor pertama terdiri dari dua level dan empat ulangan. Faktor kedua terdiri dari empat level dan dua ulangan.

Faktor A : Jenis Bahan Dasar

$A_1 =$  Tapioka

$A_2 =$  Aren Sagu

Faktor B : Persentase Substitusi

$B_1 =$  0 %

$B_2 =$  10 %

$B_3 =$  20 %

$B_4 =$  30 %

Dari kedua faktor tersebut, diperoleh delapan kombinasi perlakuan sebagai berikut :

$A_1B_1$

$A_2B_1$

$A_1B_2$

$A_2B_2$

$A_1B_3$

$A_2B_3$

$A_1B_4$

$A_2B_4$

Model Linier yang digunakan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2, 3$$

dengan ketentuan :

$Y_{ijk}$  = Variabel respon karena pengaruh ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B yang terdapat pada blok ke-k

$\mu$  = Pengaruh rata-rata sebenarnya

$A_i$  = Pengaruh sebenarnya dari taraf ke-i faktor A

$B_j$  = Pengaruh sebenarnya dari taraf ke-j faktor B

$(AB)_{ij}$  = Pengaruh sebenarnya interaksi antara taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

$\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh error dari unit eksperimen ke -k dalam kombinasi perlakuan (ij)

Bila hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata atau sangat nyata, dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji Duncan.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Tepung Biji Nangka

Pembuatan tepung biji nangka dilaksanakan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pemisahaan biji dari daging buah nangka dan pengumpulan biji.
2. Perebusan biji nangka.

Perebusan biji dilakukan selama  $\pm 90$  menit pada suhu  $\pm 100^{\circ}$  C. Akhir perebusan ditandai dengan tekstur biji yang lunak dan banyaknya kulit luar dan ari yang telah terkelupas.

3. Pengupasan kulit luar dan kulit ari.

Perlakuan pemanasan (perebusan) telah menyebabkan kulit menjadi lunak dan mudah terkelupas sehingga untuk pengupasannya tidak diperlukan bahan-bahan kimia (seperti: larutan NaOH), sehingga tidak mempengaruhi cita rasa dan hemat biaya. Pengupasan dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau stainlesssteell.

4. Penghancuran pertama.

Tekstur jaringan yang telah lunak akibat pemanasan (perebusan) memudahkan proses selanjutnya (penghancuran). Penghancuran pertama dilakukan dengan menumbuk biji hingga hancur menjadi butiran-butiran yang lebih kecil sehingga

luas permukaan butiran biji menjadi lebih besar. Hal ini akan meningkatkan efektifitas sulfitasi, transfer panas dan untuk memudahkan proses selanjutnya.

5. Perendaman butiran biji (tepung kasar) dalam air yang telah ditambahkan sejumlah *white additive* (Metabisulfit) dan penggantian air rendaman.

Perendaman butiran biji dilakukan selama  $\pm 1,5$  jam dengan frekuensi penggantian air tiap 30 menit, kemudian dilakukan pembilasan 2 – 3 kali dengan air bersih hingga endapan butiran biji menjadi jernih yang selanjutnya air itu sendiri dibuang hingga yang tersisa hanyalah kumpulan butiran biji (tepung kasar) yang putih. Metabisulfit yang ditambahkan saat perendaman adalah secukupnya yaitu  $\pm 10$  gram dalam satu kali perendaman.

6. Pengeringan.

Pengeringan dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya dengan metoda oven. Dibandingkan dengan penjemuran biasa (energi sinar matahari) maka metoda oven lebih praktis dan dapat memberikan hasil yang lebih optimal. Dengan metoda oven maka suhu dan lama pemanasan dapat diatur, tidak bergantung cuaca, fleksibel (dapat dilakukan setiap saat), cepat dan lebih ekonomis dalam skala yang lebih luas (areal pengeringan). Makin luas permukaan dan makin berpori-pori permukaan suatu bahan pangan akan makin tinggi kecepatan pengeringannya (Desrosier, 1988). Dengan demikian makin kecil ukuran butiran biji angka (tepung kasar) maka semakin mudah dan cepat pengeringannya. Dalam penggunaan metoda oven ini suhu diatur sedemikian rupa  $\pm 55^{\circ} \text{C}$  (dibawah suhu browning  $\pm 65^{\circ} \text{C}$ ) sehingga terhindar dari kemungkinan terjadinya browning non enzimatis. Lama pengeringan dilakukan selama 1 – 2 hari. Pembalikan butiran biji (tepung kasar) yang ditempatkan pada lengser kerap kali harus dilakukan untuk meratakan perolehan transfer panas dan mencegah terjadinya *case hardening*.

7. Penghancuran kedua.

Penghancuran kedua ditujukan untuk memperkecil ukuran biji (tepung kasar) dari penghancuran awal, sehingga dapat lolos pada saat pengayakan dan dihasilkan tepung biji nangka yang lebih halus. Ada dua kombinasi penghancuran yang dilakukan, yang pertama dengan cara menumbuk dan yang kedua dengan memblendernya (alat penghancur otomatis). Untuk menghindari kerusakan alat blender, maka pada saat penghancuran hanya butiran-butiran tepung kasar berukuran kecil saja yang dapat diproses sedangkan untuk butiran-butiran yang mempunyai ukuran lebih besar harus ditumbuk terlebih dahulu.

8. Pengayakan.

Tahap lanjutan setelah penghancuran kedua. Saringan yang digunakan adalah ukuran 60 – 80 mesh, sehingga hanyalah butir-butir kecil saja yang dapat melewatinya dan didapatkan tepung biji nangka putih yang sangat halus.

Diagram alir pembuatan tepung biji nangka dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan tepung biji nangka (Modifikasi : Muljohardjo, M. 1983)

### 3.4.2 Pembuatan Kerupuk Iris Biji Nangka

Pembuatan kerupuk iris biji nangka dilakukan sesuai prosedur sebagai berikut :

#### A. Bahan :

- Tepung dasar atau campuran tepung	100	gram
- Bawang Putih	4,5	gram
- Terasi	0,75	gram
- Garam	3	gram
- Soda kue	0,45	gram
- Vitsin	0,53	gram
- Air panas/hangat	$\frac{1}{2}$	gelas

#### B. Cara Pembuatan :

##### 1. *Preparasi Bahan*

Preparasi bahan meliputi : penimbangan bahan-bahan, penyediaan air hangat, pengukusan bumbu-bumbu.

##### 2. *Pembuatan Adonan*

Dilakukan dengan mencampur semua bahan dalam formula yang telah ditentukan. Tepung dicampur dengan bumbu-bumbu dan ditambah air panas dan diaduk perlahan-lahan sampai adonan homogen. Pemberian air panas/hangat dilakukan sedikit-demi sedikit (secukupnya) sampai adonan tidak lengket atau kalis.

##### 3. *Pencetakan/pembuatan Dodolan*

Adonan yang telah terbentuk dicetak berbentuk lontong/silinder dengan diameter  $\pm 3$  cm dengan selembur daun pisang.

##### 4. *Pengukusan*

Pengukusan dilakukan selama  $\pm 1 - 1,5$  jam.

5. *Pendinginan*

Tujuan pendinginan agar terjadi proses retrogradasi pada pati sehingga gel menjadi keras. Pendinginan dilakukan dalam lemari pendingin selama  $\pm 1 - 2$  hari.

6. *Pengirisan*

Tujuan untuk membentuk kerupuk dalam ukuran tertentu ( $\pm 2\text{mm}$ ).

7. *Pengeringan*

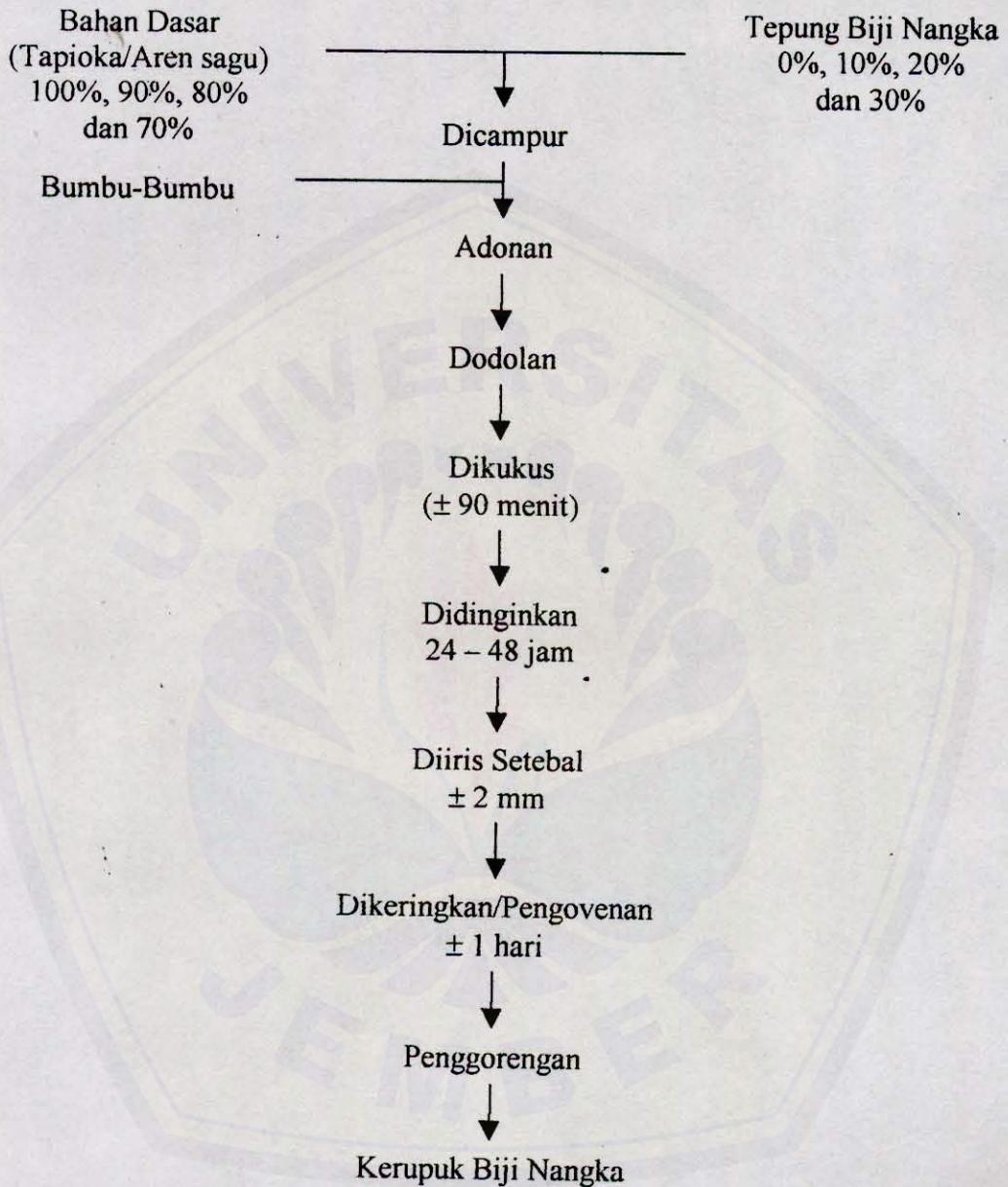
Tujuan :

- a. Untuk menurunkan kadar air sehingga kerupuk dapat disimpan lebih lama.
- b. Untuk mendapatkan kadar air tertentu yang dapat memberikan tekanan uap air maksimum untuk proses pengembangan kerupuk apabila kerupuk mengalami penggorengan.

Pengeringan dilakukan dalam alat pengering otomatis (oven) selama  $\pm 1$  hari atau kadar air maksimal mencapai 12 %, kemudian dilakukan penggorengan dalam minyak yang suhunya  $165^{\circ}\text{C}$ . Setelah kerupuk dingin lalu dikemas dalam plastik.

Diagram alir pembuatan kerupuk iris biji nangka selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.

## Skema Pembuatan Kerupuk:



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Kerupuk Iris Biji Nangka (Modifikasi : Basuki dan Anas, 1985)

### 3.5 Pengamatan

Pengamatan kerupuk dilakukan beberapa pengujian fisik, sensoris dan kimia. Penilaian sensoris meliputi parameter kerenyahan, rasa, kenampakan. Pengujian kimia kerupuk untuk parameter kadar air, sedangkan pengujian fisik untuk parameter kecerahan dan daya kembang.

### 3.6 Prosedur Analisa

#### 3.6.1 Kadar Air (Sudarmadji dkk, 1984)

Penentuan kadar air ini dilakukan terhadap kerupuk yang belum digoreng. Menimbang botol timbang kering (A gram), kemudian menimbang kerupuk biji nangka yang telah dihaluskan 2 gram bersama botol timbang (B gram). Dilakukan pengovenan dengan suhu  $100 - 105^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam, kemudian mendinginkan dalam eksikator dan ditimbang. Dilakukan pemanasan kembali dalam oven selama 30 menit, didinginkan kembali dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi hingga tercapai berat konstan (C gram).

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air (\% bb)} = \frac{(B - C) \times 100 \%}{(B - A)}$$

#### 3.6.2 Daya Kembang (Haryadi, 1990)

Daya kembang dinyatakan dengan selisih luas setelah penggorengan ( $L_2$ ) dengan sebelum penggorengan ( $L_1$ ) dibagi luas sebelum penggorengan ( $L_1$ ) dikalikan 100 %. Pengukuran luas dilakukan dengan metode perbandingan, yakni dengan mengukur berat kerupuk keseluruhan dibagi berat kerupuk per  $1\text{cm}^2$ . Ini dilakukan terhadap kerupuk mentah maupun yang sudah digoreng.

$$\text{Daya kembang kerupuk} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 \%$$

### 3.6.3 Kecerahan

Kecerahan kerupuk yang diamati adalah yang telah digoreng. Pengujian kecerahan dilakukan dengan menggunakan alat bantu *Colour Reader* yang telah dikalibrasi/distandarisir dengan  $\text{BaCl}_2$ . Pengamatan dilakukan dengan cara meletakkan fokus alat pada titik-titik yang berbeda dari setiap sampel sebanyak 5 ulangan.

### 3.6.4 Kerenyahan

Kerenyahan dilakukan pengujian organoleptik dengan skala mutu hedonik. Panelis diminta untuk menilai kerupuk yang telah disiapkan di meja organoleptik sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Penilaian kerenyahan kerupuk dilakukan dengan cara menggigit dan mengunyahnya. Hasil penilaian dicatat dalam formulir yang disediakan. Kriteria kerenyahan kerupuk sesuai dengan skala mutu hedonik adalah sebagai berikut :

- 1 = sangat keras
- 2 = keras dan agak renyah
- 3 = renyah
- 4 = sangat renyah

### 3.6.5 Kenampakan Umum

Penilaian kenampakan umum meliputi kesan secara keseluruhan setiap sampel yang ditangkap oleh panelis. Adapun kriteria yang ditetapkan adalah sebagai berikut :

- 1 = tidak baik
- 2 = kurang baik

3 = baik

4 = sangat baik

### 3.6.6 Rasa

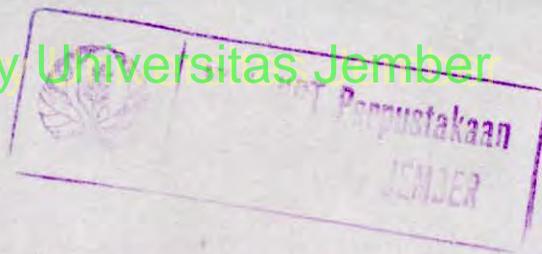
Rasa kerupuk diuji dengan skala mutu hedonik. Kerupuk yang dinilai dicicipi rasanya dan penilaian yang diberikan berdasarkan kriteria. Setiap selesai mencicipi kerupuk ini panelis diharuskan berkumur dan meminum sedikit air putih untuk menghilangkan kesan sebelumnya. Kriteria yang diberikan sebagai berikut :

1 = tidak gurih

2 = agak gurih

3 = gurih

4 = sangat gurih



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Kadar Air

Hasil uji sidik ragam kadar air (Tabel 6) menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan dasar, persentase substitusi dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air.

**Tabel 6. Hasil Uji Sidik Ragam Kadar Air**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Blok	2	0,01268	0,00634	0,084570	ns	3,74	6,51
Perlakuan	7	63,47386	9,06769	121,003431	**	2,77	4,28
Faktor A	1	5,48170	5,48170	73,150348	**	4,60	8,86
Faktor B	3	26,30495	8,76832	117,008377	**	3,34	5,56
Interaksi AB	3	31,68721	10,56240	140,949513	**	3,34	5,56
Galat	14	1,04912	0,07494				
Total	23	64,53566					

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata  
 \* Berbeda nyata  
 ns Berbeda tidak nyata  
 cv 3.82%

**Tabel 7. Hasil Uji Duncan Kadar Air pada berbagai Persentase Jenis Bahan Dasar**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	7,63667	a
A2	6,68083	b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%

Hasil Uji Duncan perlakuan jenis bahan dasar (Tabel 7) menunjukkan bahwa tapioka (A1) berpengaruh nyata dengan aren sagu (A2). Menurut Meyer (1973), amilosa lebih mudah membentuk gel karena bentuk rantainya lurus. Amilopektin dengan rantainya yang bercabang lebih tahan lama dalam memerangkap air, sehingga perbandingan amilosa dan amilopektin juga mempengaruhi proses gelatinisasi. Sedangkan menurut Winarno (1992), pasta pati yang telah mengalami gelatinisasi

terdiri dari granula-granula yang membengkak tersuspensi dalam air panas dan molekul-molekul amilosa yang terdispersi dalam air. Gel pati yang kandungan amilosanya tinggi cenderung untuk melepaskan air (retrogradasi) karena molekul-molekul amilosa yang linier cenderung berikatan satu sama lainnya dengan ikatan Hidrogen. Adanya ikatan-ikatan ini menyebabkan afinitas molekul-molekul amilosa terhadap air menjadi rendah (Matz, 1962). Semakin tinggi kadar amilosa pada pati, maka kadar air semakin rendah. Dengan demikian aren sagu (A2) yang kadar amilosanya lebih tinggi memiliki nilai rata-rata kadar air lebih rendah dibanding tapioka (A1).

**Tabel 8. Hasil Uji Duncan Kadar Air pada berbagai Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	5,62500	c
B2	7,78667	a
B3	6,82833	b
B4	8,39500	a

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata nyata pada Uji Duncan taraf 5%

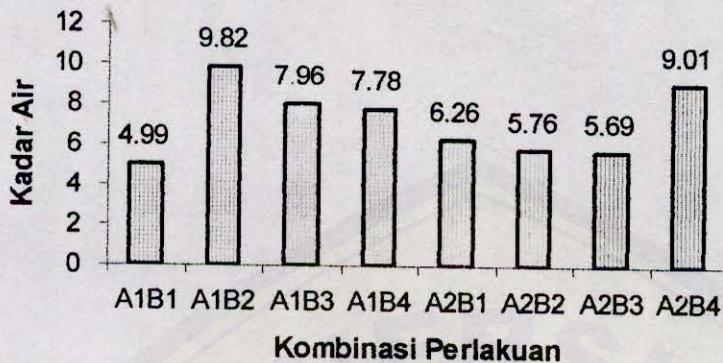
Hasil Uji Duncan (Tabel 8) menunjukkan bahwa perlakuan B2 (10 %) dan B4 (30 %) berpengaruh tidak nyata, sedangkan pada konsentrasi penambahan lainnya memberikan hasil yang beragam. Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai terendah untuk kadar air yaitu pada penambahan substitusi 0 % (B1). Hal ini disebabkan bahan dasar memiliki kandungan amilopektin yang sangat tinggi. Menurut Haryadi (1995), semakin tinggi kandungan amilopektin maka jumlah rantai cabang amilopektinnya juga semakin meningkat. Rantai cabang ini sulit dipisahkan dengan suhu rendah, akan tetapi pada suhu gelatinisasi yang lebih tinggi akan semakin mudah untuk memecahkan ikatannya. Suhu gelatinisasi tergantung konsentrasi pati, semakin kental larutan maka semakin lambat tercapai suhu gelatinisasi (Winarno, 1991).

Dalam penelitian, suhu gelatinisasi yang diberikan berkisar antara 80 – 90 °C dengan lama pengukusan ± 1,5 jam. Tingginya konsentrasi pati menyebabkan suhu

gelatinisasi belum tercapai sempurna. Hal ini terlihat dengan masih terdapatnya bagian mentah atau belum tergelatinisasi seluruhnya pasca pengukusan dimana energi kinetik molekul-molekul air belum mampu untuk memecahkan ikatan rantai cabang secara maksimal. Disamping itu, tingginya kandungan amilopektin akan menurunkan kandungan protein (Winarno, 1991). Diduga hal ini mengakibatkan semakin sedikitnya jumlah molekul-molekul air yang terserap dalam pembentukan jaringan protein sehingga kadar air menjadi sangat rendah.

Hasil Uji Duncan kadar air pada berbagai kombinasi jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka yang dapat dilihat pada Tabel 3 (Lampiran 2), menunjukkan bahwa A1B2 memiliki nilai rata-rata kadar air tertinggi. Hal ini diduga karena tepung biji nangka (substitusi) memiliki kandungan protein yang lebih besar (Lampiran 1) sehingga kombinasi bahan dasar dengan substitusi sebesar 10 % telah meningkatkan jumlah kandungan proteinnya. Penyerapan air selama proses gelatinisasi juga digunakan untuk pembentukan jaringan protein. Air yang terikat pada protein tersebut sulit dilepaskan pada saat pengeringan (Meyer, 1973), sehingga kadar air kerupuk meningkat.

Pada Tabel 2 (Lampiran 2) terlihat bahwa peningkatan kadar air untuk perlakuan A1 terjadi pada penambahan substitusi tepung biji nangka 10 % (B1), sebaliknya untuk perlakuan A2 terjadi pada penambahan 30 % (B4). Hal ini disebabkan adanya perbedaan komposisi bahan dasar yang digunakan. Pada Tabel 1 (Lampiran 1) terlihat bahwa tapioka memiliki kadar amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan aren sagu sehingga lebih memungkinkan terikatnya sejumlah molekul-molekul air pasca retrogradasi yang kemudian digunakan untuk pembentukan jaringan protein. Sebaliknya aren sagu memiliki kadar amilopektin yang lebih rendah dibanding tapioka, sehingga air yang terikat dalam rongga granula pati pasca retrogradasi masih belum memungkinkan untuk pembentukan jaringan protein. Disamping itu aren sagu (A2) diduga memiliki kandungan protein lebih tinggi dibanding tapioka (A1), sehingga membutuhkan tahapan proses lebih panjang untuk pembentukan jaringan proteinnya.



Gambar 4. Histogram Kadar Air pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka

Pada kombinasi dengan substitusi selanjutnya (Gambar 4), kadar air terlihat semakin menurun. Semakin banyaknya amilopektin yang ditambahkan maka air yang diserap oleh granula pati bahan selama proses gelatinisasi juga semakin banyak karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, maka kemampuan menyerap air sangat besar sehingga air yang semula ada di luar granula dan bebas bergerak sebelum dilakukan pengukusan kini sudah ada di dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak dengan bebas lagi. Tapi karena air terikat dalam ikatan hidrogen yang lemah, maka mudah dilepaskan dengan pengeringan sehingga kadar air kerupuk yang terdeteksi semakin menurun (Winarno, 1984).

#### 4.2 Daya Kembang

Hasil uji sidik ragam daya kembang (Tabel 9) berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat pengembangan, sedangkan interaksi keduanya berpengaruh nyata .

**Tabel 9. Hasil Uji Sidik Ragam Daya Kembang**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Blok	2	0,39162	0,19581	1,209906	ns	3,74	6,51
Perlakuan	7	15,56510	2,22359	13,739569	**	2,77	4,28
Faktor A	1	10,24949	10,24949	63,331788	**	4,60	8,86
Faktor B	3	3,22966	1,07655	6,652045	**	3,34	5,56
Interaksi AB	3	2,08594	0,69531	4,296354	*	3,34	5,56
Galat	14	2,26573	0,16184				
Total	23	18,22245					

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata  
 \* Berbeda nyata  
 ns Berbeda tidak nyata  
 cv 19.96%

**Tabel 10. Hasil Uji Duncan Daya Kembang pada berbagai Persentase Jenis Bahan Dasar**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	2,6685	a
A2	1,3615	b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%

Hasil Uji Duncan perlakuan jenis bahan dasar (Tabel 10) menunjukkan bahwa tapioka (A1) berbeda nyata dengan aren sagu (A2). Kerupuk yang dibuat dari bahan dasar tapioka mempunyai volume pengembangan yang lebih besar (rata-rata 2,6685) dibanding kerupuk yang dibuat dari bahan dasar aren sagu (rata-rata 1,3615). Hal ini disebabkan kadar amilopektin tapioka lebih tinggi dibanding aren sagu (Tabel 1: Lampiran 1). Makin tinggi kadar amilopektin bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan kerupuk iris, maka volume pengembangan kerupuk yang dihasilkan makin besar (Djatmiko dan Thahir, dalam Haryanto dan Pangloli, 1992).

Menurut Haryadi (1989), amilopektin kurang kompak dan kurang kuat menahan pengembangan masa yang lenting selama penggorengan sehingga semakin banyak kandungan amilopektin, daya kembang kerupuk semakin besar. Lebih lanjut dalam Sukatiningsih (1993) disebutkan bahwa karena kandungan amilopektin yang lebih besar maka air yang terikat dalam gel tapioka lebih besar daripada gel aren

sagu dan hal ini akan mengakibatkan daya desak air terhadap jaringan gel pati menjadi lebih besar saat penggorengan, sehingga volume pengembangan kerupuk akan semakin besar pula.

**Tabel 11. Hasil Uji Duncan Pengaruh Persentase Substitusi terhadap Tingkat Pengembangan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	2,10367	a
B2	2,02750	a
B3	2,47683	a
B4	1,45200	b

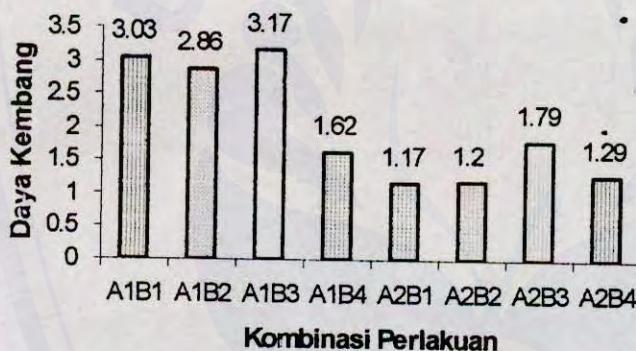
Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata nyata pada Uji Duncan taraf 5%

Hasil pengujian Duncan (Tabel 11) menunjukkan bahwa perlakuan B1, B2 dan B3 berpengaruh tidak nyata. Sedangkan perlakuan B4 menunjukkan berpengaruh nyata dan memiliki nilai rata-rata terendah (nilai rata-rata 1,462) bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena penambahan bahan substitusi yang masih berupa tepung mengandung sejumlah serat. Semakin banyak kadar serat maka kekuatan ikat antar serat semakin kuat dan akibatnya daya pengembangan semakin terhambat.

Adanya serat kasar yang tinggi dalam adonan kerupuk memungkinkan berpengaruh terhadap kekokohan struktur tiga dimensi yang terbentuk antara pati dan air. Hidrasi molekul-molekul pati berperan dalam pembentukan struktur gel yang kokoh yang dapat terhalang oleh adanya serat kasar. Akibatnya ikatan atau struktur tiga dimensi tidak mampu menahan cukup lama pengembangan gas dan air selama penggorengan. Hal ini menyebabkan tingkat pengembangan kerupuk menjadi turun membentuk massa yang lebih masive dan mengakibatkan tingkat kerenyahan berkurang. Disamping itu, substitusi tepung biji nangka diduga memiliki kandungan protein lebih tinggi (Lampiran 1) sehingga kombinasi dengan substitusi 30 % berarti telah meningkatkan kadar protein dalam jumlah tertentu pula. Semakin banyak protein yang terdispersi diantara molekul pati akan semakin menurunkan

pengembangan kerupuk. Hal ini dikarenakan kerangka yang terbentuk dari ikatan yang kuat pada protein mampu menahan pengembangan uap.

Nilai tertinggi terhadap daya kembang ditunjukkan pada persentase substitusi tepung biji nangka sebesar 20 % (nilai rata-rata 2,48 %). Hal ini disebabkan bahan telah tergelatinisasi sempurna pada saat pengukusan sehingga memungkinkan sejumlah molekul-molekul air masih tertinggal dalam ikatan-ikatan hidrogen. Menurut Ketaren (1986), selama proses penggorengan sebagian minyak akan mengisi ruang kosong yang semula diisi oleh air. Apabila ruangan kosong tersebut diisi oleh minyak panas, maka air akan menguap dan uap air menaikkan permukaan pati yang telah mengalami gelatinisasi, sehingga gel akan mengalami pengembangan volume.



Gambar 5. Histogram Daya Kembang pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka

Menurut Winarno (1980), pengembangan kerupuk dipengaruhi oleh kadar pati dan air dalam kerupuk, dimana kadar pati itu sendiri dapat mempengaruhi proses gelatinisasi pada saat pengukusan. Dodolan yang kurang matang pasca pengukusan akan menyebabkan kerupuk menjadi bantat dan tidak mengembang bila dilakukan penggorengan.

### 4.3 Kecerahan

Hasil uji sidik ragam kecerahan (Tabel 12) dapat dilihat bahwa perlakuan jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka berpengaruh sangat nyata terhadap kecerahan. Interaksi keduanya juga berpengaruh sangat nyata terhadap kecerahan.

**Tabel 12. Hasil Uji Sidik Ragam Kecerahan**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Blok	2	0,34743	0,17371	0,222790	ns	3,74	6,51
Perlakuan	7	484,10836	69,15834	88,697228	**	2,77	4,28
Faktor A	1	387,12634	387,12634	496,498822	**	4,60	8,86
Faktor B	3	26,78201	8,92734	11,449525	**	3,34	5,56
Interaksi AB	3	70,20001	23,40000	30,011067	**	3,34	5,56
Galat	14	10,91597	0,77971				
Total	23	495,37176					

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata  
 \* Berbeda nyata  
 ns Berbeda tidak nyata  
 cv 1.20%

**Tabel 13. Hasil Uji Duncan Kecerahan pada berbagai Persentase Jenis Bahan Dasar**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	77,8325	a
A2	69,8000	b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%

Hasil pengujian Duncan (Tabel 13), menunjukkan bahwa kerupuk yang dibuat dari bahan dasar tapioka (nilai rata-rata 77,8325) cenderung lebih cerah dibanding yang dibuat dari bahan dasar aren sagu (nilai rata-rata 69,8). Hal ini disebabkan karena tapioka mempunyai warna lebih cerah dibanding aren sagu serta kandungan amilopektin tapioka lebih tinggi daripada aren sagu (Tabel 1 : Lampiran 1). Menurut Nirawan (1992), tapioka umumnya sangat cerah, tidak berbau, tidak berasa dan tidak larut dalam air dingin tetapi dalam air panas membentuk gel

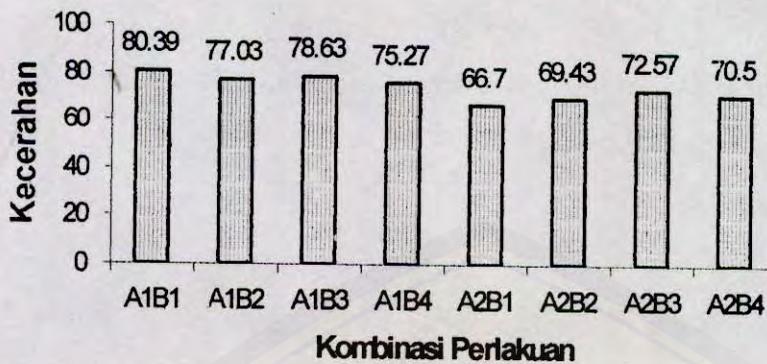
yang bersifat kental. Sedangkan menurut Rietz (1965), jika aren sagu dimasak akan memberikan gel yang berwarna setengah terang serta memiliki daya lekat yang cukup. Amilopektin mempunyai sifat sangat jernih yang mampu meningkatkan penampilan (Nirawan, 1992) sehingga pada bahan yang kandungan amilopektinnya lebih besar maka bahan akan memiliki warna yang lebih cerah.

**Tabel 14. Hasil Uji Duncan Kecerahan pada berbagai Persentase Subtitusi tepung biji nangka**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	73,5483	b
B2	73,2333	b
B3	75,6000	a
B4	72,8833	b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata nyata pada Uji Duncan taraf 5%,

Dari hasil uji Duncan (Tabel 14) terlihat bahwa perlakuan B3 berpengaruh sangat nyata terhadap perlakuan lainnya, yang berarti bahwa perlakuan persentase substitusi tepung biji nangka sebesar 20 % secara umum memberikan warna yang lebih cerah dengan nilai rata-rata sebesar 75,6. Hal ini disebabkan karena secara umum (A1 ataupun A2) kerupuk telah mengalami pengembangan yang sempurna pada saat digoreng. Kepekatan atau sifat liat kerupuk akan berkurang dengan terbentuknya rongga-rongga udara sehingga memungkinkan volume cahaya yang dapat masuk atau terserap dan memantulkan pigmen yang ada sehingga kecerahannya pun semakin meningkat. Sedangkan untuk perlakuan B4 secara umum menunjukkan kecerahan yang terendah dengan nilai rata-rata sebesar 72,8833. Warna kecoklatan diduga terjadi karena reaksi browning yang dipengaruhi oleh kandungan pati dan protein dalam kerupuk. Adanya pemanasan atau penggorengan pada komponen pati menyebabkan terjadinya reaksi antara gula-gula reduksi (aldehid atau keton) dari pati dan gugus amina primer protein, sehingga terbentuk warna coklat (Winarno, 1984).



Gambar 6. Histogram Kecerahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Subtitusi Tepung Biji Nangka

Pada Gambar 6 terlihat bahwa kerupuk yang memiliki nilai kecerahan tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan A1B1 yang terdiri dari 100% tapioka dan 0 % substitusi tepung biji nangka dengan nilai rata-rata 80,3967. Hal ini disebabkan karena tapioka dengan pigmen dasarnya yang lebih cerah tidak mengalami pencampuran dengan substitusi yang memiliki pigmen dasar yang lebih coklat sehingga setelah dianalisa memberikan hasil yang lebih cerah.

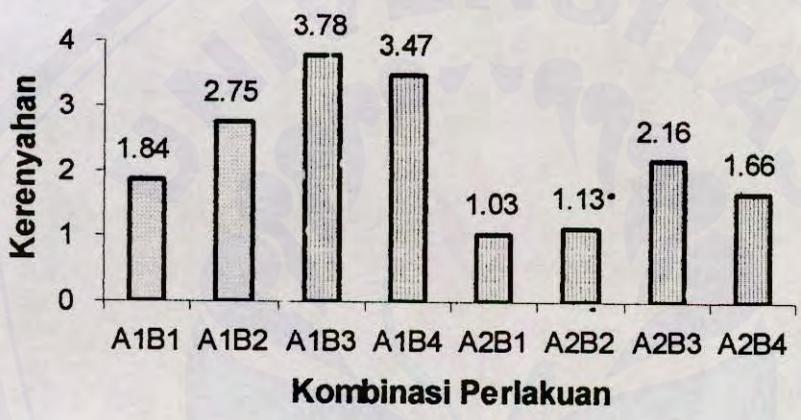
#### 4.4 Kerenyahan

Hasil uji sidik ragam kerenyahan (Tabel 15) menunjukkan bahwa perlakuan panelis berpengaruh sangat nyata yang berarti setiap panelis memberikan penilaian yang tidak sama untuk setiap kombinasi perlakuan. Hal ini disebabkan karena setiap panelis memiliki indera kepekaan yang berbeda terhadap uji sensoris yang dilakukan. Sedangkan perlakuan jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka juga berpengaruh sangat nyata yang berarti perlakuan tersebut memberikan pengaruh terhadap kerenyahan kerupuk. Hubungan antara pengaruh jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka dapat dilihat pada Gambar 7.

**Tabel 15. Hasil Sidik Ragam Kerenyahan**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Panelis	15	219,373047	14,624870	13,420610	**	1,764	2,218
Perlakuan	7	235,263672	33,609096	30,841612	**	2,096	2,814
Galat	105	114,421875	1,089732				
Total	127	349,685547					

Keterangan :  
 \*\* Berbeda sangat nyata  
 \* Berbeda nyata  
 ns Berbeda tidak nyata  
 cv 46.8840%



Gambar 7. Histogram Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Subtitusi Tepung Biji Nangka

Secara umum ternyata kombinasi perlakuan A1B3 yang terdiri dari 80 % tapioka dan 20 % subtitusi tepung biji nangka (Gambar 7) memberikan nilai kerenyahan yang tertinggi. Hal ini disebabkan A1B3 memiliki daya kembang yang paling tinggi. Menurut Budiman (1985), besarnya daya kembang kerupuk mempengaruhi proses kerenyahan. Kerupuk pada saat digoreng akan membentuk rongga-rongga mengembang di dalamnya. Semakin banyak rongga-rongga yang terbentuk akan semakin renggang strukturnya, sehingga semakin mudah pula untuk dipatahkan. Dengan demikian semakin tinggi daya kembang kerupuk akan semakin tinggi pula kerenyahannya. Disamping itu penggorengan dengan menggunakan

minyak sebagai medium penghantar panas mempunyai manfaat tambahan, yaitu dapat memberikan struktur yang renyah pada produk akhir nanti serta dapat meningkatkan cita rasa. Perubahan-perubahan yang terjadi selama penggorengan antara lain kenaikan suhu yang mengakibatkan reaksi pencoklatan, penguapan, pengembangan, perubahan densitas dan kerenyahan (Heid dan Joslyn, 1967).

Berdasarkan Uji Duncan yang dilakukan untuk melihat perbedaan masing-masing kombinasi perlakuan (Tabel 2 : Lampiran 5), secara umum kerupuk iris yang terbuat dari bahan dasar tapioka memiliki kerenyahan yang lebih tinggi dibanding kerupuk yang dibuat dari bahan dasar aren sagu. Hal ini dikarenakan volume pengembangan kerupuk yang dibuat dari bahan dasar tapioka lebih besar daripada yang dibuat dari bahan dasar aren sagu yang berarti kantong-kantong udara yang terbentuk juga lebih banyak sehingga kerupuk akan lebih renyah dibanding kerupuk yang dibuat dari bahan dasar aren sagu.

Terbentuknya kerenyahan pada kerupuk adalah karena adanya kandungan pati, ini akan mempengaruhi daya kembang kerupuk sehingga dapat dikatakan semakin besar kadar pati maka semakin tinggi pula kerenyahan kerupuk. Diduga adanya serat kasar dalam kerupuk dapat mengurangi daya kembang dan kerenyahan kerupuk karena serat dapat menghalangi masuknya air ke dalam granula pati yang menyebabkan air yang terperangkap ke dalam jaringan tiga dimensi lebih sedikit sehingga pori-pori yang dihasilkan oleh tekanan uap berkurang besarnya (Desrosier, 1988).

#### 4.5 Kenampakan Umum

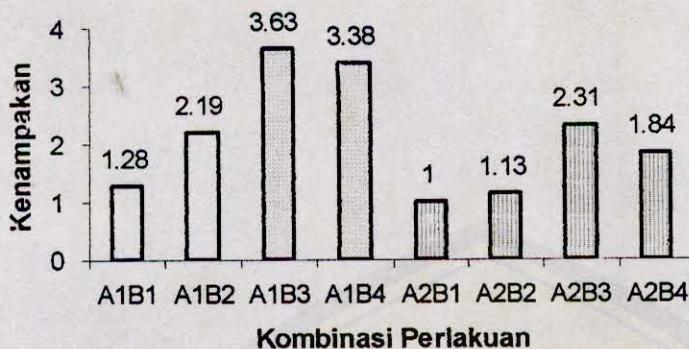
Hasil uji sidik ragam kenampakan umum (Tabel 16) menunjukkan bahwa perlakuan panelis berpengaruh sangat nyata yang berarti setiap panelis memberikan penilaian yang tidak sama untuk setiap kombinasi perlakuan. Keragaman kepekaan panelis tetaplah menjadi faktor yang sangat diperhitungkan terhadap hasil penilaian beragam tersebut.

Perlakuan jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap kenampakan kerupuk, artinya perlakuan tersebut memberikan pengaruh terhadap tingkat penerimaan konsumen pada kenampakan kerupuk. Untuk melihat pengaruh masing-masing kombinasi perlakuan dilakukan Uji Duncan yang dapat dilihat pada Tabel 2 (Lampiran 6). Hasil pengamatan rata-rata uji sensoris kenampakan kerupuk dapat dilihat pada Gambar 8.

**Tabel 16. Hasil Uji Sidik Ragam Kenampakan**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Panelis	15	212,179688	14,145313	12,047719	**	1,764	2,218
Perlakuan	7	211,273438	30,181920	25,706274	**	2,096	2,814
Galat	105	123,281250	1,174107				
Total	127	334,554688					

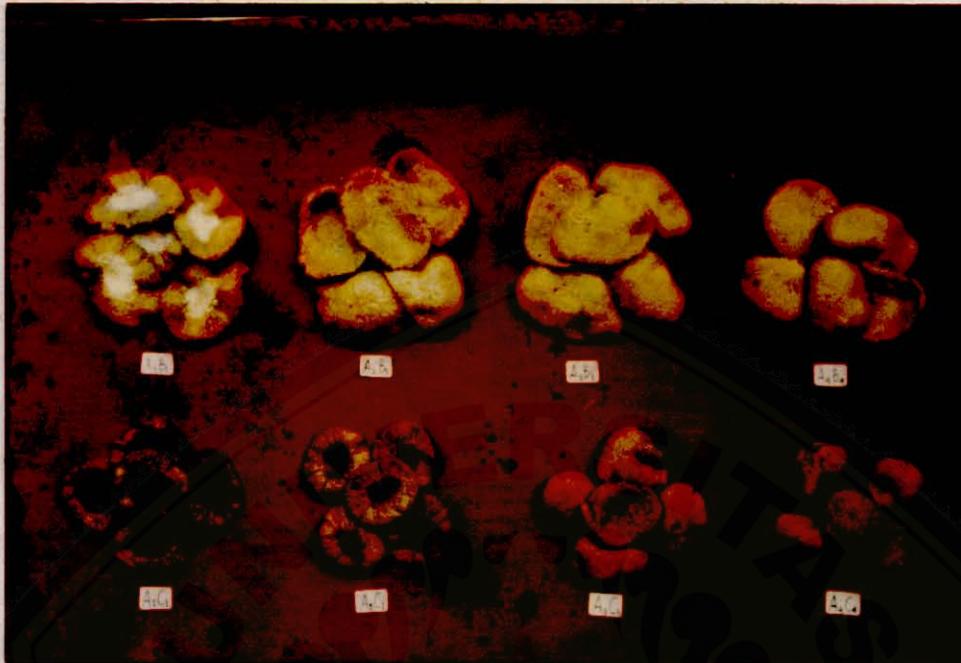
Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata  
 \* Berbeda nyata  
 ns Berbeda tidak nyata  
 Cv 51.7522%



Gambar 8. Histogram Kenampakan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka

Kenampakan secara keseluruhan kerupuk yang dihasilkan lebih dipengaruhi oleh sifat kerenyahan dan kecerahannya. Bahan dengan kandungan amilopektin tinggi akan memiliki kecerahan yang lebih baik sehingga dalam uji organoleptik lebih disukai oleh para panelis. Selain itu amilopektin mempunyai sifat yang sangat jernih yang mampu meningkatkan penampilan (Nirawan, 1992).

Dari hasil uji Duncan terhadap kenampakan (Tabel 2: Lampiran 6), terlihat bahwa A1B3 (nilai rata-rata 3,625) yang merupakan kombinasi dari 80 % tapioka dan 20 % substitusi tepung biji nangka memiliki kenampakan terbaik. Hal ini disebabkan karena kombinasi A1B3 memiliki nilai kerenyahan paling tinggi dan kecerahan yang lebih baik.



Gambar 9. Kenampakan Umum berbagai Kerupuk Iris Biji Nangka

Adanya penambahan substitusi yang mengandung protein lebih tinggi akan memperbaiki tekstur kerupuk sehingga semakin banyak persentase akan didapatkan tekstur yang semakin baik. Tetapi disisi lain dengan semakin banyak persentase substitusi tepung biji nangka yang diduga memiliki kandungan protein tinggi yang melebihi batas optimum persentase akan menyebabkan turunnya tingkat pengembangan dan akan mempengaruhi kenampakan (Gambar 9).

#### 4.6 Rasa

Hasil uji sensoris nilai rasa pada kerupuk biji nangka dapat diketahui bahwa pada perlakuan kombinasi A1B3 adalah yang paling enak yaitu pada konsentrasi 80% tapioka dan 20% substitusi tepung biji nangka. Hasil uji organoleptik dapat dilihat pada Tabel 1 (Lampiran 7).

Hasil uji sidik ragam rasa terhadap pengaruh kombinasi perlakuan jenis bahan pencampur dan persentase substitusi yang dapat dilihat pada Tabel 17, menunjukkan

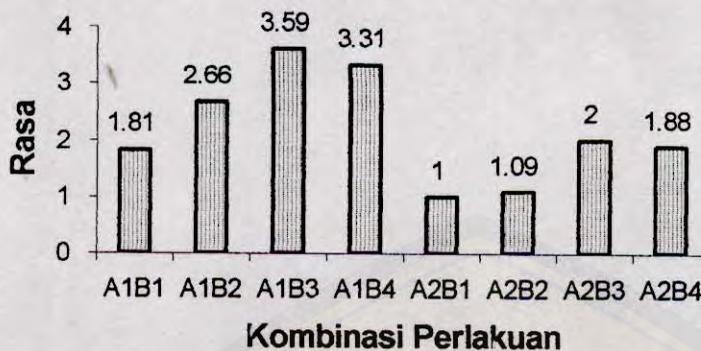
pengaruh yang sangat nyata terhadap rasa kerupuk. Untuk melihat pengaruh masing-masing kombinasi perlakuan dilakukan Uji Duncan yang dapat dilihat pada Tabel 2 (Lampiran 7). Hasil pengamatan rata-rata uji sensoris rasa kerupuk dapat dilihat pada Gambar 10.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam rasa, menunjukkan bahwa perlakuan panelis berpengaruh sangat nyata, artinya masing-masing panelis memberikan penilaian yang tidak sama terhadap masing-masing kombinasi perlakuan. Hal ini disebabkan karena tingkat kepekaan dan subyektifitas dari panelis yang spesifik. Sedangkan kombinasi perlakuan jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka menunjukkan berpengaruh sangat nyata yang artinya perlakuan tersebut memberikan pengaruh terhadap tingkat penerimaan konsumen pada rasa produk.

**Tabel 17. Hasil Uji Sidik Ragam Rasa**

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel		
					5%	1%	
Panelis	15	202,343750	13,489583	13,319130	**	1,764	2,218
Perlakuan	7	213,781250	30,540179	30,154276	**	2,096	2,814
Galat	105	106,343750	1,012798				
Total	127	320,125000					

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata  
 \* Berbeda nyata  
 ns Berbeda tidak nyata  
 cv 46.4203%



Gambar 10. Histogram Rasa pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka

Secara umum ternyata kombinasi perlakuan A1B3 yakni 80% tapioka dan 20% substitusi tepung biji nangka memberikan nilai rasa tertinggi dan diikuti oleh kombinasi perlakuan 30% substitusi dan 70% tapioka (Gambar 10). Hal ini disebabkan kadar amilopektin dalam kombinasi ini adalah yang tertinggi. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya reaksi antara bagian amilopektin yang amorf dengan hasil degradasi minyak selama penggorengan membentuk senyawa kompleks. Senyawa tersebut memiliki gugus lipofilik sehingga mampu mengikat minyak secara fisis, sedangkan dalam minyak tersebut terlarut senyawa-senyawa penyedap yang ikut menyumbangkan rasa kerupuk. Sedangkan pada perlakuan pencampuran pati sagu pada semua tingkat persentase menunjukkan kesukaan yang terendah. Hal ini disebabkan kadar amilosa dalam perlakuan tersebut adalah tertinggi. Amilosa setelah mengalami retrogradasi membentuk bangunan seperti puntiran dengan gugus -OH polar mengarah ke bagian luar puntiran dan atom-atom hidrogen dan oksigen mengarah ke bagian dalam puntiran. Hal ini menyebabkan bagian luar puntiran bersifat hidrofilik dan bagian dalam bersifat hidrofobik. Dengan demikian senyawa flavor yang hidrofobik terperangkap di bagian dalam puntiran membentuk senyawa kompleks. Senyawa kompleks tersebut umumnya tidak terlepas pada saat kerupuk dimakan, kecuali jika kerupuk tersebut cukup lama berada di dalam mulut,

yaitu lebih dari 20 detik yang pada kesempatan ini amilase air liur melakukan hidrolisis pati dan melepaskan senyawa flavor.

Semakin banyak persentase substitusi tepung biji nangka yang diberikan B4 (30%), secara umum menunjukkan penurunan rasa dibanding perlakuan B3 (20 %). Hal ini diduga karena dengan persentase substitusi tepung biji nangka maka akan semakin meningkatkan kandungan serat kasar pada kerupuk. Serat kasar merupakan polisakarida yang terdiri dari rantai panjang unit-unit glukosa yang struktur dasarnya serupa pati tetapi unit glukosanya berikatan  $\alpha$  ( 1,4 ) glikosidik. Pada manusia tidak memiliki enzim yang mampu memecah ikatan ini (Gaman dan Sherrington, 1992).

Rasa yang ada pada kerupuk dapat berasal dari bahan-bahan lain yang ditambahkan, seperti bumbu-bumbu. Adapun bumbu-bumbu yang dapat mempengaruhi rasa adalah vetsin atau MSG. Menurut Sudarmadji (1991), rasa gurih (mami) sebagian besar ditimbulkan oleh glutamat dan rasa ini menunjukkan adanya protein dan asam-asam amino sebagai keseluruhan dalam bahan makanan. Tubuh manusia sendiri secara keseluruhan mengandung kira-kira dua kilogram glutamat dalam jaringan daging dan otak.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil analisis fisik dan sensoris kerupuk iris dengan perlakuan jenis bahan dasar dan persentase substitusi tepung biji nangka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Variasi penggunaan bahan dasar berpengaruh sangat nyata terhadap sifat kimia (kadar air), sifat fisik (daya kembang dan kecerahan) dan sensoris (kerenyahan, kenampakan dan rasa).
2. Variasi persentase tepung biji nangka berpengaruh sangat nyata terhadap sifat kimia (kadar air), sifat fisik (daya kembang dan kecerahan) dan sensoris (kerenyahan, kenampakan dan rasa).
3. Kombinasi bahan dasar dan substitusi tepung biji nangka berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kecerahan, kerenyahan, kenampakan dan rasa. Kombinasi keduanya berpengaruh nyata terhadap daya kembang. Perlakuan yang menghasilkan sifat fisik dan daya terima konsumen terbaik pada kerupuk adalah A1B3 ,yaitu 80 % tapioka dan 20 % tepung biji nangka dengan nilai rata-rata kadar air 7,963 %; tingkat pengembangan 3,167 %; kerenyahan 3,781 %; kenampakan 3,625 % dan rasa 3,594 %.

### 3.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang kadar fenolase berikut cara menurunkan aktivitasnya dalam biji nangka sehingga dapat menghasilkan tepung biji nangka yang lebih putih. Dengan demikian, maka kerupuk yang dihasilkan dapat lebih cerah.
2. Untuk mendapatkan kerupuk iris yang lebih baik, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penggunaan bahan pengembang dan bahan pewarna sehingga pada penambahan tepung biji nangka dalam kapasitas yang lebih banyak akan dihasilkan kerupuk yang masih disukai konsumen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1981. **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- , 1990. "**Bertanam Nangka Mini**". Dalam *Trubus*. (Maret, XXI). No. 244. Jakarta.
- Basuki dan Anas. 1985 a. **Panduan Pembuatan Kerupuk**. Bogor: Diklat TPL – 5 Pangan.
- , 1985 b. **Pengolahan dan Pengawetan Pangan**. Bogor: Fateta IPB.
- Biliaderis, C. G. 1992. **Structures and Phase Transitions of Starch in Food System**. J. Fd. Technol.
- Budiman, M. 1985. **Pengaruh Ratio Ugang dan Tapioka Terhadap Sifat Kerupuk Ugang**. Yogyakarta: Jurusan PHP. Fateta UGM.
- Daud. 1986. **Buah Nangka dan Cara Pengolahannya**. Yogyakarta: Liberty.
- Djatrniko, B dan Tahir. 1985. **Mempelajari Pembuatan dan Karakteristik Kerupuk dari Tepung Sagu**. Bogor: Diskusi VI.
- Desrosier, N. W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Terjemahan Muchdji Muljohardjo. Jakarta: UI Press.
- Foster, J.F. 1965. "**Physical Properties of Amylose and Amylopectin in Solution**". Dalam Paul, P. J dan H. H. Palmer (Ed). *Food Theory and Applications*. New York: John Willey and Sons.
- Furia, T. E. 1977. **CRC Handbook of Food Additive**. Cranwood – Parkway – Cleveland – Ohio: CRC Press, Inc.
- Gaman, P.M dan K.B. Sherrington. 1994. **Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi**. Cetakan Kedua. Yogyakarta: UGM Press.
- , 1995. **Ilmu Nutrisi Pangan**. Jakarta: UI Press.
- Harper, J. M. J. 1981. **Ekstruction of Food**. Boca Raton. Florida: CRS Press, Inc.

- Harper, K. A dan A. Hepworth. 1985. **Texture Modifying Agents**. Cranbrook Press Pty. Ltd. Toowomba, Qld.
- Haryadi. Sutardi dan M. Gardjito. 1988/1989. **Pembuatan Makanan Kecil dari Tepung Sagu dan Waluh**. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Haryadi. 1990. **Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati terhadap Pengembangan, Higroskopisitas dan Sifat Inderawi Kerupuk**. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- . 1995. **Sifat-sifat Fungsional Pati dalam Pangan**. Yogyakarta: Fateta UGM.
- Haryanto, B dan P. Pangloli. 1992. **Potensi Pemanfaatan Sagu**. Yogyakarta: Kanisius.
- Haryono. 1979. **Pengamatan Komposisi Kimia Kerupuk Guna Mencari Sifat-sifat Penentu Mutunya**. Yogyakarta: Jurusan PHP. Fateta UGM.
- Heid, J. L dan M. A. Joslyn. 1967. **Fundamental of Food Processing Operation Ingredients Methods and Packaging**. West Port: Connection The AVI Publishing Company, Inc.
- Hodge, J.E. and E.M. Osman. 1976. "Carbohydrate". Dalam *Principle of Food Science. Part I*. O. R. Fennema (ed). New York: Marcel Dekker Inc.
- Hui, Y. H. 1991. **Encyclopedia of Food Science & Technology**. New York: A. Wiley Interscience Publicator, John Wiley & Sons, Inc.
- Ketaren. S. 1986. **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**. Jakarta: PAU-UI Press.
- Knight, J. W. 1974. "Speciality Food Starches". Dalam *Processing and Storage*. Araullo, E. V. B. Nestel dan M. Campbell (Eds). Proceedings of Interdisciplinary. 17 - 19 April 1974. Workshop. Pattaya. Thailand: IDRC-031e.
- Lingga, P. dkk. 1995. **Bertanam Ubi-ubian**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Luallen. 1985. **Starch as Functional Ingredient**. Journal of Food Science 39 (4) : p. 59 - 63.
- Lutong, T. L. 1993. **Tanaman Sumber Pemanis**. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Makfoeld, D. 1982. **Deskriptif Pengolahan Hasil Nabati**. Yogyakarta: Agritech Vol.2. UGM.
- Matz, S.A. 1962. **Food Texture**. Westport. Connecticut. London: The AVI Publishing Co.
- Meyer, L. H. 1973. **Food Chemistry**. Westport. Connecticut. London: The AVI Publishing Co.
- , 1978. **Food Chemistry**. Westport. Connecticut. London: The AVI Publishing Co.
- Muliawan, D. 1991. **Pengaruh Berbagai Tingkat Kadar Air Terhadap Pengembangan Kerupuk Sagu Goreng**. Bogor: Fateta IPB.
- Muljohardjo, M. 1983. **Pengolahan Tapioka**. Yogyakarta: Fateta UGM.
- Murtadho, D dan G. Sa'id. 1988. **Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat**. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Natawijaya, P. S. 1983. **Mengenal Buah-buahan Bergizi**. Jakarta: Pustaka Dian.
- Nirawan, I. G. N. 1992. **Agar Kerupuk Lebih Berkualitas**. Dalam Harian Pagi Jawa Post, edisi Minggu Kliwon. 22 November 1992.
- Rietz, C. A dan J. W Jeremiah. 1965. **A Guide to The Selection, Combination, Formulation and Cooking of Foods**. Vol. 2. Westport. Connecticut. London: The AVI Publishing Co.
- Rukmana, R. 1997. **Kentang Budidaya dan Pasca Panen**. Yogyakarta: Kanisius.
- Somaatmadja, D. 1984. **Pemanfaatan Ubi Kayu dalam Industri Pertanian**. Bogor: Departemen Perindustrian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian Bogor.
- Standarisasi Industri Indonesia (SII). 1985. **Mutu Kerupuk**. Jakarta: Departemen Perindustrian RI.
- Sudarmadji, S. B. Haryono dan Suhardi. 1984. **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta: Liberty.
- Sudarmadji, S dan Sutardi. 1991. **Teknologi Produksi Asam Amino**. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.

- Sukatiningih. 1993. **Kajian Mutu Kerupuk Iris Yang Dibuat Dengan Variasi Ampas Tahu Sebagai Substitusi dan Jenis Tepung**. Jember: Fateta UNEJ.
- Sunanto, H. 1993. **Aren Budidaya dan Multigunanya**. Yogyakarta: Kanisius.
- Suyitno. 1986. **Pembuatan Kerupuk Jagung**. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Swinkels, J. J. M. Veedams. 1985 a. **Principles of Cereal Science and Technology**. St. Paul Miwessota: American Association of Cereal Chemist.
- . 1985 b. **Composition and Properties of Commercial Native Starches**. Starch (37).
- Syarief, R. 1987. **Studi Reka Pangan Beras Instan**. Yogyakarta: PAU-UGM.
- Syarif, R dkk. 1988. **Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian**. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Ta'ib, G. dkk. 1988. **Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian**. Jakarta: Multi Putra.
- Trisusanto dan B. Saneto. 1994. **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian**. Surabaya: Bina Ilmu.
- Wahab, A. 1989. **Pembuatan Kerupuk dari Buah Sukun Daerah Khusus Pulau Bawean**. Surabaya: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Wahyudi. 1992. **Kiat Membuat Kerupuk Susu Yang Renyah Dan Empuk**. Dalam Harian Surya. Edisi Minggu. 1 Nopember 1992. Surabaya.
- Wahyuni, M dan M. Astawan. 1988. **Teknologi Pengolahan Hewani Tepat Guna**. Jakarta: Akade Pressindo.
- Widyastuti, Y. E. 1993. **Nangka dan Cempedak Ragam Jenis dan Pembudidayaannya**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Winarno, F. G. Srikandi Fardiaz dan D. Daulay. 1973. **Indonesian Traditional Food Processing**. Bogor: IPB Press.
- Winarno, F. G. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Sukatiningih. 1993. **Kajian Mutu Kerupuk Iris Yang Dibuat Dengan Variasi Ampas Tahu Sebagai Substitusi dan Jenis Tepung**. Jember: Fateta UNEJ.
- Sunanto, H. 1993. **Aren Budidaya dan Multigunanya**. Yogyakarta: Kanisius.
- Suyitno. 1986. **Pembuatan Kerupuk Jagung**. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Swinkels, J. J. M. Veedams. 1985 a. **Principles of Cereal Science and Technology**. St. Paul Miwessota: American Association of Cereal Chemist.
- , 1985 b. **Composition and Properties of Commercial Native Starches**. Starch (37).
- Syarief, R. 1987. **Studi Reka Pangan Beras Instan**. Yogyakarta: PAU-UGM.
- Syarif, R dkk. 1988. **Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian**. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Ta'ib, G. dkk. 1988. **Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian**. Jakarta: Multi Putra.
- Trisusanto dan B. Saneto. 1994. **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian**. Surabaya: Bina Ilmu.
- Wahab, A. 1989. **Pembuatan Kerupuk dari Buah Sukun Daerah Khusus Pulau Bawean**. Surabaya: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Wahyudi. 1992. **Kiat Membuat Kerupuk Susu Yang Renyah Dan Empuk**. Dalam Harian Surya. Edisi Minggu. 1 Nopember 1992. Surabaya.
- Wahyuni, M dan M. Astawan. 1988. **Teknologi Pengolahan Hewani Tepat Guna**. Jakarta: Akade Pressindo.
- Widyastuti, Y. E. 1993. **Nangka dan Cempedak Ragam Jenis dan Pembudidayaannya**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Winarno, F. G. Srikandi Fardiaz dan D. Daulay. 1973. **Indonesian Traditional Food Processing**. Bogor: IPB Press.
- Winarno, F. G. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

## Lampiran 1

Tabel 1. Komposisi Bahan Dasar yang Digunakan

<i>Bahan dasar</i>	<i>Amilosa (%)</i>	<i>Amilopektin (%)</i>	<i>Protein (%)</i>
Tapioka	17.6	82.4	0.5
Aren sagu	21.3	78.7	0.7

Tabel 2. Komposisi Tepung Biji Nangka sebagai Substitusi

<i>Bahan substitusi</i>	<i>Amilosa (%)</i>	<i>Amilopektin (%)</i>	<i>Protein (%)</i>
Tepung biji nangka	17.33	82.67	1.3

## Lampiran 1

Tabel 1. Komposisi Bahan Dasar yang Digunakan

<i>Bahan dasar</i>	Amilosa (%)	Amilopektin (%)	Protein (%)
Tapioka	17.6	82.4	0.5
Aren sagu	21.3	78.7	0.7

Tabel 2. Komposisi Tepung Biji Nangka sebagai Substitusi

<i>Bahan substitusi</i>	Amilosa (%)	Amilopektin (%)	Protein (%)
Tepung biji nangka	17.33	82.67	1.3

## Lampiran 3

**Tabel 1. Daya Kembang pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1B1	2,70300	3,20000	3,20000	9,103	3,03433
A1B2	3,38300	2,59200	2,59200	8,567	2,85567
A1B3	3,04400	3,22900	3,22900	9,502	3,16733
A1B4	1,82400	1,51300	1,51300	4,850	1,61667
A2B1	1,07400	1,37100	1,07400	3,519	1,17300
A2B2	1,50800	1,04500	1,04500	3,598	1,19933
A2B3	2,86900	1,24500	1,24500	5,359	1,78633
A2B4	1,15000	1,35600	1,35600	3,862	1,28733
Jumlah	17,55500	15,55100	15,25400	48,360	
Rata-rata	2,19438	1,94388	1,90675		2,01500

**Tabel 2. Tabel Dua Arah Faktor A dan B**

Perlakuan Faktor B	Faktor A		Jumlah	Rata-rata
	A1	A2		
B1	9,1030	3,5190	12,6220	2,10367
B2	8,5670	3,5980	12,1650	2,02750
B3	9,5020	5,3590	14,8610	2,47683
B4	4,8500	3,8620	8,7120	1,45200
Jumlah	32,0220	16,3380	48,3600	
Rata-rata	2,6685	1,3615		2,01500

## Lampiran 3

**Tabel 1. Daya Kembang pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1B1	2,70300	3,20000	3,20000	9,103	3,03433
A1B2	3,38300	2,59200	2,59200	8,567	2,85567
A1B3	3,04400	3,22900	3,22900	9,502	3,16733
A1B4	1,82400	1,51300	1,51300	4,850	1,61667
A2B1	1,07400	1,37100	1,07400	3,519	1,17300
A2B2	1,50800	1,04500	1,04500	3,598	1,19933
A2B3	2,86900	1,24500	1,24500	5,359	1,78633
A2B4	1,15000	1,35600	1,35600	3,862	1,28733
Jumlah	17,55500	15,55100	15,25400	48,360	
Rata-rata	2,19438	1,94388	1,90675		2,01500

**Tabel 2. Tabel Dua Arah Faktor A dan B**

Perlakuan Faktor B	Faktor A		Jumlah	Rata-rata
	A1	A2		
B1	9,1030	3,5190	12,6220	2,10367
B2	8,5670	3,5980	12,1650	2,02750
B3	9,5020	5,3590	14,8610	2,47683
B4	4,8500	3,8620	8,7120	1,45200
Jumlah	32,0220	16,3380	48,3600	
Rata-rata	2,6685	1,3615		2,01500

## Lampiran 5

**Tabel 1. Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Panelis	Perlakuan								Jumlah	Rata-rata
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4		
1	2,00	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,50	2,00	19,0	2,37500
2	1,50	2,50	3,50	4,00	1,00	1,50	3,00	2,50	19,5	2,43750
3	1,50	3,00	4,00	3,00	1,00	1,00	2,00	1,50	17,0	2,12500
4	1,50	2,50	3,50	3,00	1,00	1,00	2,00	1,00	15,5	1,93750
5	2,50	3,00	4,00	3,50	1,50	2,00	3,50	3,00	23,0	2,87500
6	2,50	3,00	3,50	4,00	1,00	1,00	1,50	1,00	17,5	2,18750
7	2,00	2,50	4,00	3,00	1,00	1,00	2,50	2,00	18,0	2,25000
8	1,50	2,50	4,00	3,50	1,00	1,00	1,50	1,00	16,0	2,00000
9	2,00	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	1,50	1,50	17,5	2,18750
10	2,00	2,50	3,50	4,00	1,00	1,00	1,50	1,00	16,5	2,06250
11	2,00	3,00	3,50	3,00	1,00	1,50	3,00	2,00	19,0	2,37500
12	2,00	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,00	1,50	18,0	2,25000
13	1,50	3,00	4,00	4,00	1,00	1,00	2,50	2,00	19,0	2,37500
14	1,50	2,00	3,50	3,00	1,00	1,00	1,50	1,00	14,5	1,81250
15	2,00	3,00	3,50	4,00	1,00	1,00	2,00	1,50	18,0	2,25000
16	1,50	2,50	4,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	17,0	2,12500
Jumlah	29,50	44,00	60,50	55,50	16,50	18,00	34,50	26,50	285,0	
Rata-rata	1,84	2,75	3,78	3,47	1,03	1,13	2,16	1,66		2,22656

**Tabel 2. Hasil Uji Duncan Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
A1B1	1,84375	5	3,02	0,788146	de
A1B2	2,75000	3	3,15	0,822073	bc
A1B3	3,78125	1	3,23	0,842951	a
A1B4	3,46875	2	3,19	0,832512	ab
A2B1	1,03125	8			f
A2B2	1,12500	7	2,77	0,722902	ef
A2B3	2,15625	4	3,09	0,806415	cd
A2B4	1,65625	6	2,92	0,762049	def

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%

## Lampiran 5

**Tabel 1. Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Panelis	Perlakuan								Jumlah	Rata-rata
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4		
1	2,00	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,50	2,00	19,0	2,37500
2	1,50	2,50	3,50	4,00	1,00	1,50	3,00	2,50	19,5	2,43750
3	1,50	3,00	4,00	3,00	1,00	1,00	2,00	1,50	17,0	2,12500
4	1,50	2,50	3,50	3,00	1,00	1,00	2,00	1,00	15,5	1,93750
5	2,50	3,00	4,00	3,50	1,50	2,00	3,50	3,00	23,0	2,87500
6	2,50	3,00	3,50	4,00	1,00	1,00	1,50	1,00	17,5	2,18750
7	2,00	2,50	4,00	3,00	1,00	1,00	2,50	2,00	18,0	2,25000
8	1,50	2,50	4,00	3,50	1,00	1,00	1,50	1,00	16,0	2,00000
9	2,00	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	1,50	1,50	17,5	2,18750
10	2,00	2,50	3,50	4,00	1,00	1,00	1,50	1,00	16,5	2,06250
11	2,00	3,00	3,50	3,00	1,00	1,50	3,00	2,00	19,0	2,37500
12	2,00	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,00	1,50	18,0	2,25000
13	1,50	3,00	4,00	4,00	1,00	1,00	2,50	2,00	19,0	2,37500
14	1,50	2,00	3,50	3,00	1,00	1,00	1,50	1,00	14,5	1,81250
15	2,00	3,00	3,50	4,00	1,00	1,00	2,00	1,50	18,0	2,25000
16	1,50	2,50	4,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	17,0	2,12500
Jumlah	29,50	44,00	60,50	55,50	16,50	18,00	34,50	26,50	285,0	
Rata-rata	1,84	2,75	3,78	3,47	1,03	1,13	2,16	1,66		2,22656

**Tabel 2. Hasil Uji Duncan Kerenyahan pada berbagai Kombinasi Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
A1B1	1,84375	5	3,02	0,788146	de
A1B2	2,75000	3	3,15	0,822073	bc
A1B3	3,78125	1	3,23	0,842951	a
A1B4	3,46875	2	3,19	0,832512	ab
A2B1	1,03125	8			f
A2B2	1,12500	7	2,77	0,722902	ef
A2B3	2,15625	4	3,09	0,806415	cd
A2B4	1,65625	6	2,92	0,762049	def

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%

## Lampiran 6

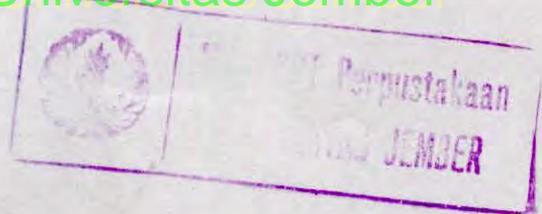
**Tabel 1. Kenampakan pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Panelis	Perlakuan								Jumlah	Rata-rata
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4		
1	1,00	2,00	4,00	3,50	1,00	1,50	3,00	2,50	18,50	2,3125
2	1,50	2,50	3,00	4,00	1,00	1,00	1,50	1,50	16,00	2,0000
3	1,00	2,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,00	1,50	16,00	2,0000
4	2,00	3,00	3,50	3,00	1,00	1,00	2,50	1,00	17,00	2,1250
5	1,00	2,00	3,50	3,00	1,00	1,50	3,00	2,50	17,50	2,1875
6	1,00	1,50	3,50	3,00	1,00	1,00	2,50	1,50	15,00	1,8750
7	2,00	3,00	4,00	4,00	1,00	1,50	3,00	2,50	21,00	2,6250
8	1,00	2,00	3,00	3,50	1,00	1,00	2,50	1,50	15,50	1,9375
9	1,00	2,00	3,50	3,50	1,00	1,00	2,50	1,50	16,00	2,0000
10	1,50	2,00	4,00	3,00	1,00	1,00	1,50	2,00	16,00	2,0000
11	1,00	2,00	3,50	3,00	1,00	1,00	2,00	1,50	15,00	1,8750
12	1,00	2,00	4,00	3,50	1,00	1,00	1,50	2,00	16,00	2,0000
13	1,00	2,00	3,00	3,50	1,00	1,00	2,50	2,00	16,00	2,0000
14	2,00	3,00	4,00	4,00	1,00	1,50	2,50	2,00	20,00	2,5000
15	1,00	2,00	4,00	3,00	1,00	1,00	2,50	2,00	16,50	2,0625
16	1,50	2,00	3,50	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	16,00	2,0000
Jumlah	20,50	35,00	58,00	54,00	16,00	18,00	37,00	29,50	268,00	
Rata-rata	1,28	2,19	3,63	3,38	1,00	1,13	2,31	1,84		2,0938

**Tabel 2. Hasil Uji Duncan Kenampakan pada berbagai Kombinasi Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
A1B1	1,28125	6	2,92	0,791000	cd
A1B2	2,18750	4	3,09	0,837052	b
A1B3	3,62500	1	3,23	0,874977	a
A1B4	3,37500	2	3,19	0,864141	a
A2B1	1,00000	8			d
A2B2	1,12500	7	2,77	0,750367	cd
A2B3	2,31250	3	3,15	0,853305	b
A2B4	1,84375	5	3,02	0,818089	bc

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%



## Lampiran 7

**Tabel 1. Rasa pada berbagai Kombinasi Perlakuan Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Panelis	Perlakuan								Jumlah	Rata-rata
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4		
1	1,50	2,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,50	2,00	17,5	2,18750
2	1,00	2,50	3,00	3,00	1,00	1,00	1,50	1,00	14,0	1,75000
3	1,00	2,00	3,50	3,00	1,00	1,00	2,50	1,50	15,5	1,93750
4	1,50	3,50	4,00	3,50	1,00	1,50	3,00	2,00	20,0	2,50000
5	2,00	3,00	3,50	3,00	1,00	1,00	2,00	1,50	17,0	2,12500
6	2,00	2,50	4,00	3,00	1,00	1,00	2,00	1,50	17,0	2,12500
7	1,00	2,50	3,00	3,50	1,00	1,50	2,50	2,50	17,5	2,18750
8	1,50	2,50	3,50	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00	17,5	2,18750
9	2,50	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	2,00	2,00	19,0	2,37500
10	2,00	3,00	3,50	3,00	1,00	1,50	2,50	2,50	19,0	2,37500
11	3,00	3,50	4,00	4,00	1,00	1,00	2,00	2,50	21,0	2,62500
12	2,50	3,00	4,00	3,50	1,00	1,00	1,50	1,50	18,0	2,25000
13	1,50	2,00	4,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,50	15,0	1,87500
14	2,50	2,50	3,00	3,50	1,00	1,00	1,50	2,50	17,5	2,18750
15	2,00	3,00	3,50	3,50	1,00	1,00	2,00	1,50	17,5	2,18750
16	1,50	2,00	3,00	3,50	1,00	1,00	1,50	1,00	14,5	1,81250
Jumlah	29,00	42,50	57,50	53,00	16,00	17,50	32,00	30,00	277,5	
Rata-rata	1,81	2,66	3,59	3,31	1,00	1,09	2,00	1,88		2,16797

**Tabel 2. Hasil Uji Duncan Rasa pada berbagai Kombinasi Jenis Bahan Dasar dan Persentase Substitusi Tepung Biji Nangka**

Perlakuan	Rata-rata	Rank	SSR 5%	DMRT 5%	Notasi
A1B1	1,81250	6	2,92	0,734656	de
A1B2	2,65625	3	3,15	0,792523	bc
A1B3	3,59375	1	3,23	0,812651	a
A1B4	3,31250	2	3,19	0,802587	ab
A2B1	1,00000	8			f
A2B2	1,09375	7	2,77	0,696917	ef
A2B3	2,00000	4	3,09	0,777427	cd
A2B4	1,87500	5	3,02	0,759816	cd

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan taraf 5%