



**PENGARUH JUMLAH PENAMBAHAN WORTEL DAN
VARIASI LAMA PENGUKUSAN TERHADAP SIFAT-SIFAT
KERUPUK WORTEL**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

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

Oleh :

Mariani Dta Khamiel

NIM : 991710101125

Asal:	Hadiah	Klass
	Pembelian	664.0051
Terima/tgl:	01 JUL 2006	KHA
No. Induk:		P
Pengkatalog:	SPJ	

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2004

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. UNUS. MS [DPU]

Ir. SIH YUWANTI, MP [DPA I]

TRIANA LINDRIATI, ST [DPA II]

HALAMAN PENGESAHAN

Diterima Oleh :

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertanggungjawabkan Pada

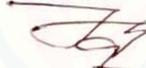
Hari : Kamis

Tanggal : 24 Juni 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

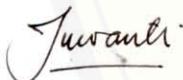
Tim Penguji :

Ketua



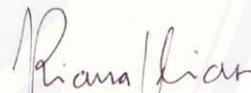
Ir. Unus, MS
NIP. 130 368 786

Anggota I



Ir. Sih Yuwanti, MP
NIP. 132 086 416

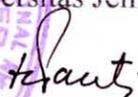
Anggota II



Triana Lindriati, ST
NIP. 132 207 762

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis dengan judul "Pengaruh Jumlah Penambahan Wortel Dan Variasi Lama Pengukusan Terhadap Sifat-sifat Kerupuk Wortel".

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini ditujukan guna memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Strata Satu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini banyak mendapat bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, M.S; selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Susijahadi, Ms; selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Unus, MS selaku DPU
4. Ir. Sih Yuwanti, MP selaku DPA I atas kesabaran dalam membimbing, mengarahkan, sehingga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat terselesaikan.
5. Triana Lindriati, ST selaku DPA II atas kesabaran dalam membimbing, mengarahkan, sehingga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat terselesaikan.
6. Ir. Tamtarini, MS selaku Dosen wali.
7. Semua pihak yang turut serta membantu dalam pelaksanaan penelitian baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat memberikan pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua, Amien.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
RINGKASAN	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Wortel Dan Komposisi Kimia.....	4
2.2 Kerupuk.....	7
2.3 Bahan Pembuatan Kerupuk.....	8
2.3.1 Tapioka	8
2.3.2 Air.....	10
2.3.3 Bumbu.....	10
2.4 Proses Pembuatan Kerupuk.....	11
2.4.1 Pembuatan Adonan.....	11
2.4.2 Pencetakan dan Pengukusan.....	11
2.4.3 Pendinginan.....	12
2.4.4 Pengirisan.....	12

2.4.5	Pengeringan	12
2.4.6	Penggorengan	13
2.5	Perubahan-Perubahan Yang Terjadi Pada Proses Pembuatan Kerupuk.....	14
2.5.1	Gelatinisasi	14
2.5.2	Retrogradasi Dan Sineresis Pati	15
2.5.3	Pencoklatan	16
2.5.4	Pengembangan Kerupuk	17
2.6	Mutu Kerupuk	18
2.7	Hipotesa	19

III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Bahan dan Alat Penelitian.....	20
3.1.1	Bahan Penelitian.....	20
3.1.2	Alat Penelitian.....	20
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3	Metode Penelitian	
3.2.1	Rancangan Percobaan.....	20
3.2.2	Pelaksanaan Penelitian	21
3.4	Parameter Pengamatan	23
3.5	Prosedur Analisis	23
3.5.1	Warna	23
3.5.2	Tekstur.....	24
3.5.3	Kenampakan Permukaan.....	24
3.5.4	Daya Kembang.....	24
3.5.5	Daya Serap Minyak	25
3.5.6	Kadar Air	25
3.5.7	Kadar Beta-karoten.....	25
3.5.8	Kadar Abu	26
3.5.9	Uji Organoleptik	26
3.5.10	Uji Efektifitas.....	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Warna	29
4.2	Tekstur	31
4.3	Kenampakan Permukaan Kerupuk Matang Dan Mentah...	34
4.4	Daya Kembang	35
4.5	Daya Serap Minyak	37
4.6	Kadar Air	40
4.7	Kadar Beta-karoten	43
4.8	Kadar Abu.....	44
4.9	Uji Organoleptik	46
4.9.1	Warna	46
4.9.2	Rasa.....	48
4.9.3	Kerenyahan	50
4.6.4	Penilaian Umum	53
4.10	Uji Efektifitas	55

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	56
5.1	Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Wortel Basah	6
2. Komposisi Kimia Tapioka per 100 gr Bahan	9
3. Syarat Mutu Kerupuk Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia)	19
4. Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel	29
5. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel.....	29
6. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel pada Lama Pengukusan	30
7. Sidik Ragam Tekstur Kerupuk Wortel	31
8. Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel.....	33
9. Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel pada Lama Pengukusan	32
10. Sidik Ragam Daya Kembang Kerupuk Wortel	35
11. Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel	35
12. Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan	36
13. Sidik Ragam Daya Serap Minyak Kerupuk Wortel	38
14. Uji Beda Daya Serap Minyak Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel	38
15. Uji Beda Daya Serap Minyak Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan	39
16. Sidik Ragam Kadar Air Kerupuk Wortel	40
17. Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel	41
18. Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan	42
19. Sidik Ragam Kadar Abu Kerupuk Wortel	44
20. Uji Beda Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel	45

21. Sidik Ragam Uji Warna Kerupuk Wortel.....	47
22. Uji Beda Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel	47
23. Sidik Ragam Uji Rasa Kerupuk Wortel	49
24. Uji Beda Rasa Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan.....	49
25. Sidik Ragam Uji Kerenyahan Kerupuk Wortel.....	51
26. Uji Beda Kerenyahan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan.....	51
27. Sidik Ragam Uji Penilaian Umum Kerupuk Wortel.....	53
28. Uji Beda Penilaian Umum Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan.....	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Pembuatan Kerupuk Wortel.....	22
2 Histogram Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	30
3 Histogram Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	33
4 Foto Kenampakan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	34
5 Histogram Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	37
6 Histogram Daya Serap Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	40
7 Histogram Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	43
8 Histogram Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	46
9 Histogram Uji Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	48
10 Histogram Uji Rasa Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	50
11 Histogram Uji Kerenyahan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	52
12 Histogram Uji Penilaian Umum Kerupuk Wortel Pada berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Penelitian Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	61
2. Data Hasil Penelitian Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	62
3. Data Hasil Penelitian Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	63
4. Data Hasil Penelitian Daya Serap Minyak Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	64
5. Data Hasil Penelitian Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	65
6. Data Hasil Penelitian Kadar Beta-karoten Kerupuk Wortel Pada Perlakuan Terbaik	66
7. Data Hasil Penelitian Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	67
8. Data Hasil Penelitian Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	68
9. Data Hasil Penelitian Rasa Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	69
10. Data Hasil Penelitian Kerenyahan Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	70

11. Data Hasil Penelitian Penilaian Umum Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan	71
11. Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Metode Uji Efektifitas.....	72



Mariani Ita Khamiel (991710101125), Pengaruh Jumlah Penambahan Wortel Dan Variasi Lama Pengukusan Terhadap Sifat-sifat Kerupuk Wortel, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Ir. Unus, MS. (DPU) dan Ir Sih Yuwanti, MP. (DPA).

RINGKASAN

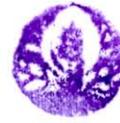
Wortel merupakan sayuran yang potensial dan multi guna bagi kesehatan masyarakat, karena wortel banyak mengandung vitamin A dan juga berkhasiat untuk penyembuhan berbagai jenis penyakit. Wortel tergolong sayuran yang mudah rusak. Di Indonesia, diversifikasi produk wortel belum banyak dikembangkan. Dan untuk meningkatkan diversifikasi makanan yang berasal dari wortel, maka wortel diolah menjadi camilan dalam bentuk kerupuk wortel yang kaya akan vitamin A.

Kerupuk merupakan salah satu jenis makanan kecil yang cukup populer di masyarakat. Pada pembuatan kerupuk wortel, bahan dasar yang digunakan adalah tapioka, sedangkan penambahan wortel berfungsi untuk menambah nilai gizinya, terutama untuk menambah vitamin A. Untuk pembuatan kerupuk wortel masih belum diketahui seberapa banyak jumlah penambahan wortel serta lama pengukusan yang tepat sehingga dihasilkan kerupuk wortel dengan sifat-sifat yang baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui a). pengaruh jumlah penambahan wortel terhadap sifat-sifat kerupuk wortel; b). pengaruh variasi lama pengukusan terhadap sifat-sifat kerupuk wortel serta c). menentukan kombinasi antara jumlah penambahan wortel dengan variasi lama pengukusan yang dapat menghasilkan kerupuk wortel yang mempunyai sifat-sifat yang baik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor A adalah jumlah penambahan wortel (40%; 50%; dan 60%) dan faktor B adalah lama pengukusan (40 menit dan 60 menit). Pengamatan dilakukan terhadap, warna, tekstur, daya kembang, daya serap minyak, kadar air, kadar beta-karoten, kadar abu, dan uji organoleptik; (warna, rasa, kerenyahan, dan penilaian umum). Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan uji beda dengan cara uji Duncan. Untuk menentukan perlakuan terbaik dari masing-masing kerupuk wortel digunakan uji efektifitas.

Hasil penelitian diperoleh bahwa jumlah penambahan wortel berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, daya kembang, daya serap, warna, dan tekstur. Sedangkan lama pengukusan berpengaruh nyata terhadap kadar air, daya kembang, daya serap, warna, dan tekstur, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar abu. Kombinasi antara jumlah penambahan wortel dan variasi lama pengukusan yang terbaik didapatkan pada perlakuan A1B2 (penambahan 40% wortel dan lama pengukusan 60 menit). Kerupuk yang dihasilkan mempunyai kadar air 8,4723%; kadar abu 3,1433%; kadar Beta-Karoten sebesar 0.0123 % (db); daya kembang 274,8737%; daya serap minyak 43,5484%; tekstur 0,5233%; warna 51,9461; analisa organoleptik untuk warna 4,55; kerenyahan 4,375; rasa 3,6 dan penilaian umum 4,1.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wortel (*Daucus carota* L.) bukan tanaman asli Indonesia, melainkan berasal dari luar negeri yang beriklim sedang (sub-tropis). Di Indonesia budidaya tanaman wortel pada mulanya hanya terkonsentrasi di daerah Lembang dan Cipanas (Jawa Barat). Namun dalam perkembangannya menyebar luas ke daerah-daerah sentra sayuran di Jawa dan luar Jawa (Rukmana, 1995).

Wortel termasuk salah satu komoditas hortikultura dari kelompok tanaman sayur-sayuran yang potensial dan multi guna bagi kesehatan masyarakat di dunia. Sebagai bahan pangan, wortel merupakan sayuran yang digemari dan dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Bahkan mengkonsumsi wortel sangat dianjurkan karena banyak mengandung vitamin A dan juga berkhasiat untuk penyembuhan berbagai jenis penyakit (Ali dan Rahayu, 1995).

Umbi wortel berwarna kuning kemerahan yang disebabkan oleh kandungan karoten yang tinggi. Kulitnya tipis, rasanya enak, renyah, gurih dan agak manis. Umbi wortel enak dan lezat untuk dijadikan lalab mentah ataupun masak, dibuat sayur cap cai, sop, pencampur steak, kari, dan berbagai ragam masakan Eropa lainnya.

Pemanfaatan umbi wortel masih sebatas sebagai sayuran segar. Diversifikasi produk wortel di Indonesia masih belum banyak dikembangkan. Padahal bila pengolahan umbi wortel sudah dikembangkan diharapkan dapat menambah jumlah konsumsi umbi wortel, mengurangi kerugian karena komoditi yang tidak dikonsumsi sekaligus juga menanggulangi masalah defisiensi vitamin A di Indonesia. Selain itu, konsumen di Indonesia cenderung menyukai wortel yang masih muda untuk dikonsumsi karena lebih lunak dan mudah diolah, sedangkan wortel tua biasanya di pasar-pasar induk menjadi produk afkiran, padahal kandungan provitamin A lebih banyak terdapat pada wortel yang tua saat panen (Weichmann, 1987).

Wortel tergolong sayuran yang mudah rusak (*perishable food*), , sehingga perlu adanya pengolahan lebih lanjut. Untuk mengurangi kerusakan yang terjadi selama masa penyimpanan, umumnya buah dan sayur diolah menjadi produk kering. Dan salah satu upaya dalam mengatasinya adalah dengan mengubah bentuk bahan tersebut menjadi bahan yang bisa disimpan tahan lama, melalui proses pengolahan. Pengolahan diharapkan dapat memberi keuntungan secara ekonomis (Ali dan Rahayu, 1995). Salah satu upaya pemanfaatan wortel dengan mengolahnya menjadi tepung wortel, sari wortel, ataupun manisan wortel. Bahkan umbi wortel dapat diolah lebih lanjut menjadi nyamikan dalam bentuk chips (kerupuk) wortel matang yang kaya akan vitamin A.

Kerupuk merupakan makanan ringan yang populer dan sangat disenangi seluruh lapisan masyarakat Indonesia baik di kota-kota besar maupun di pelosok-pelosok desa dan mulai orang tua sampai anak balita (Sofiah, 1988). Bagi masyarakat kalangan menengah ke atas, kerupuk dikenal sebagai makanan camilan, sedangkan masyarakat kalangan menengah ke bawah, sangat akrab sebagai pendamping makan nasi atau lauk. Selain harganya murah kerupuk ini mempunyai daya tarik yaitu sifatnya yang renyah sewaktu dimakan.

Kerupuk sangat beraneka ragam dalam bentuk ukuran, bau, warna, rasa, kerenyahan, ketebalan, nilai gizi dan harganya. Perbedaan ini disebabkan karena pengaruh daerah penghasil kerupuk, bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan serta alat dan cara pengolahannya (Wahyudi dan Astawan, 1988).

Bahan baku kerupuk pada dasarnya adalah tepung berpati, oleh karena itu beberapa jenis bahan yang kaya akan pati, misalnya tapioka, tepung terigu dan sebagainya telah banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kerupuk (Saraswati, 1986). Cita rasa dan nilai gizi kerupuk bertambah jika ditambahkan bahan-bahan lain seperti udang, ikan dan tidak menutup kemungkinan menggunakan wortel. Penggunaan wortel dalam pembuatan kerupuk disamping untuk meningkatkan keanekaragaman (diversifikasi) produk wortel juga untuk menambah nilai gizi terutama untuk menambah vitamin A.

1.2 Permasalahan

Wortel mudah sekali mengalami kerusakan sehingga daya simpannya tidak lama. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan membuat kerupuk wortel. Jumlah penambahan wortel akan mempengaruhi sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan, dan belum diketahui seberapa banyak jumlah penambahan wortel sehingga dihasilkan kerupuk wortel dengan sifat-sifat yang baik.

Pengukusan merupakan salah satu proses yang mutlak dibutuhkan dalam pembuatan kerupuk wortel. Proses pengukusan yang kurang tepat dapat mempengaruhi sifat-sifat kerupuk wortel yang dihasilkan, bahkan dapat menyebabkan kegagalan dalam pembuatan kerupuk tersebut.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu diadakan penelitian mengenai pembuatan kerupuk wortel dengan variasi jumlah penambahan wortel dan lama pengukusan, sehingga didapatkan kerupuk wortel dengan sifat-sifat yang baik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh jumlah penambahan wortel terhadap sifat -sifat kerupuk wortel.
2. Mengetahui pengaruh variasi lama pengukusan terhadap sifat -sifat kerupuk wortel.
3. Menentukan kombinasi antara jumlah penambahan wortel dengan variasi lama pengukusan yang dapat menghasilkan kerupuk wortel yang mempunyai sifat -sifat yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pembuatan kerupuk wortel.
2. Memberi alternatif dalam penganekaragaman pangan dari wortel.
3. Meningkatkan daya guna dan nilai ekonomis dari wortel.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman wortel dan komposisi kimia

Tanaman wortel (*Daucus carota* L.) sangat dikenal masyarakat Indonesia dan populer sebagai sumber vitamin A karena memiliki karoten (pro vitamin A) dalam jumlah yang cukup besar. Selain itu wortel juga mengandung vitamin B, vitamin C serta zat-zat lain yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia.

Wortel merupakan tanaman sayuran umbi semusim berbentuk semak. Jenis sayuran ini dapat tumbuh sepanjang tahun, musim hujan maupun musim kemarau. Tanaman wortel termasuk famili umbelliferae yaitu suatu tanaman yang bunganya membentuk seperti payung. Mempunyai batang yang pendek, berakar tunggang yang bentuk dan fungsinya berubah menjadi bulat dan memanjang. Umbinya berwarna kuning kemerah-merahan, berkulit tipis dan juga jika dimakan mentah terasa renyah dan agak manis (Hendro dkk, 1980).

Menurut Rukmana (1995), dalam taksonomi tumbuhan, wortel diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
- Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
- Sub-divisi : *Angiospermae* (biji tertutup)
- Kelas : *Dicotyledonae* (biji berkeping dua)
- Ordo : *Umbelliferales*
- Famili : *Umbelliferae (Apiaceae)*
- Genus : *Daucus*
- Spesies : *Daucus carota* L.

Umbi wortel terdapat dalam beraneka bentuk, ukuran dan warna (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Menurut Hendro (1984) dalam Rukmana (1995), bentuk umbi wortel sangat bervariasi, tergantung varietas umumnya dikelompokkan ke dalam 3 golongan, yaitu :

- a. Tipe Imperator, yaitu golongan wortel yang bentuk umbinya bulat panjang dengan ujung runcing, hingga mirip bentuk kerucut.
- b. Tipe Chantenay, yaitu golongan wortel yang bentuk umbinya bulat panjang dengan ujung tumpul dan tidak berakar serabut.
- c. Tipe Nantes, yaitu golongan wortel yang bentuk umbi tipe peralihan antara tipe Imperator dan Chantenay.

Menurut Ali dan Rahayu (1995), jenis wortel berdasarkan panjang umbinya (ukuran) dibedakan menjadi 3 macam, yaitu :

- a. Wortel berumbi pendek.

Jenis wortel ini ada yang berbentuk bundar dengan panjang sekitar 5-6 cm. Adapula yang memanjang seperti silinder seukuran jari dengan panjang sekitar 10-15 cm

- b. Wortel berumbi sedang.

Panjang umbi sekitar 15-20 cm.

- c. Wortel berumbi panjang.

Bentuk umbinya lebih panjang dari kedua jenis yang sudah disebutkan terdahulu, yakni sekitar 20-30 cm.

Warna kulit dan daging umbi pada umumnya kuning atau jingga (Rukmana, 1995). Warna oranye dari wortel disebabkan oleh salah satu pigmen karotenoid yaitu pigmen β -karoten (Madhavi, dkk., 1995). Dan menurut Rubatzky dan Yamaguchi, (1998) yang menyebabkan warna kuning dan jingga pada α -dan β -karoten adalah pigmen karotenoid. Beta-karoten biasanya mencapai sedikitnya 50% dari kandungan total karotenoid; nisbah alfa- terhadap beta-karoten biasanya sekitar 1:2. Warna merah pada daging kultivar tertentu disebabkan oleh likopen. Perbedaan kandungan juga dipengaruhi oleh suhu, kematangan tanaman, dan kultivar. Kandungan karoten pada kultivar wortel yang paling banyak ditanam berkisar dari 60 hingga lebih dari 120 $\mu\text{g/g}$ bobot.

Wortel merupakan tanaman yang cocok untuk daerah sub tropis yang memerlukan suhu dingin (22-24) °C, lembab dan cukup sinar matahari. Di Indonesia kondisi seperti itu biasanya terdapat didaerah yang memiliki ketinggian antara 1200-1500 meter di atas permukaan laut. Wortel dapat dipanen setelah seratus hari tergantung dari jenisnya. Pemanenan tidak boleh terlambat karena umbi akan semakin mengeras (Rukmana, 1995).

Umbi wortel yang berwarna kuning kemerahan ini memiliki kadar “karoten” atau bahan pembentuk vitamin A (pro vitamin A) yang sangat tinggi. Hal inilah yang menjadikan wortel baik sekali dan dianjurkan untuk dijadikan sebagai menu harian dalam keluarga guna mencukupi kebutuhan vitamin essensial bagi tubuh. Peranan utama vitamin A adalah terhadap penglihatan (Anonim, 1992). Selain mempunyai kandungan pro vitamin A yang tinggi, wortel juga mengandung zat gizi lain yang tinggi dan lengkap, seperti dapat disimak pada

Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi (nutrisi) dalam tiap 100 gram umbi wortel segar.

Kandungan gizi	Banyaknya
kalori	42 kal
Protein	1,2 gr
Lemak	0,3 gr
Karbohidrat	9,3 gr
Kalsium	39 mg
Zat besi	0,8 mg
Vitamin A	12.000 S.I
Vitamin B1	0,06 mg
Vitamin C	6 mg
Air	88,2 gr
Bdd	88 %

Sumber : Direktorat Gizi, DepKes R.I (1981)

Wortel merupakan sayuran yang kaya akan pro vitamin A yang memang banyak dikonsumsi dalam bentuk segar maupun setelah dimasak. Diversifikasi produk wortel di Indonesia memang masih banyak dikonsumsi dalam bentuk parutan, sirup wortel dan olahan kering wortel (Hardiansyah, 1992). Bahkan akhir-akhir ini umbi wortel dapat diolah lebih lanjut antara lain dibuat nyamikan dalam bentuk chips wortel matang. Prinsip pembuatan chips wortel sama dengan membuat kerupuk (Rukmana, 1995).

2.2 Kerupuk

Kerupuk adalah jenis makanan kering yang terbuat dari bahan yang mengandung karbohidrat yang cukup tinggi dan dalam proses pembuatannya pati akan tergelatinisasi dengan cara menambahkan air serta mengukus adonan yang terbentuk sehingga dapat mengembang saat digoreng (Winarno, 1991).

Kerupuk sangat beraneka ragam dalam bentuk ukuran, ukuran, bau, warna, rasa, kerenyahan, ketebalan, nilai gizi dan harganya. Perbedaan ini disebabkan karena pengaruh daerah penghasil kerupuk, bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan serta alat dan cara pengolahannya (Wahyudi dan Astawan, 1988).

Secara umum kerupuk dikelompokkan atas kerupuk halus dan kerupuk kasar. Kerupuk halus bahan mentahnya terdiri dari ikan, telur, susu dan sebagainya. Sedangkan kerupuk kasar dibuat tanpa penambahan bahan-bahan tersebut (Wiyanti, 1975). Dan menurut bentuknya, kerupuk dibagi menjadi dua kelompok yaitu kerupuk yang berbentuk mie atau bentuk lainnya dan bentuk kerupuk iris (Nirawan, 1992). Sedangkan kerupuk yang berdasarkan kandungan proteinnya diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu kerupuk berprotein rendah yang pembuatannya tidak menggunakan sumber protein baik hewani atau nabati dan kerupuk berprotein tinggi yang pembuatannya menggunakan sumber protein hewani atau nabati (Anonim, 1990).

Kerupuk dikatakan baik apabila pengembangan kerupuk mempunyai kantung udara yang tidak besar, permukaannya rata dan halus, cita rasa gurih, sesuai dengan jenisnya warna cerah dan tidak mudah hancur (Wiyanti, 1975). Selain hal tersebut diatas ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas daya kembang kerupuk yang dihasilkan yaitu kadar air, tipis tebalnya irisan kerupuk, perbandingan adonan, suhu, lama pengeringan dan kualitas tepung yang digunakan (Sofiah, 1988).

2.3 Bahan Pembuatan Kerupuk

Bahan baku kerupuk pada dasarnya adalah tepung berpati, oleh karena itu beberapa jenis bahan yang kaya akan pati, misalnya tapioka, tepung terigu dan sebagainya telah banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kerupuk (saraswati, 1982).

Sifat fisik dan kimia kerupuk yang dihasilkan sangat ditentukan oleh bahan-bahan penyusunnya. Penambahan garam, gula dan bahan-bahan lainnya akan mempengaruhi proses gelatinisasi yang merupakan dasar utama dalam pembuatan kerupuk. Dengan semakin banyaknya penambahan tersebut menyebabkan tingkat penyerapan air oleh granula pati akan menurun (Moeljanto, 1982). Dengan adanya penambahan bahan-bahan tersebut akan mempengaruhi kekentalan gel yang terbentuk. Gula akan menurunkan kekentalan, hal ini disebabkan gula akan mengikat air, sehingga pembengkakan butir-butir pati terjadi lebih lambat akibatnya suhu gelatinisasi lebih tinggi (Winarno, 1997).

2.3.1 Tapioka

Tapioka merupakan hasil olahan dari ubi kayu (*Mahinot esculante cranz*) yang berupa pati (Tjokrodikoesomo, 1986). Dalam kehidupan sehari-hari tepung tapioka dikenal dengan nama pati atau kanji, tepung singkong dan sebagainya, dan juga banyak dipergunakan sebagai bahan pembuatan kerupuk karena mempunyai daya kelengketan yang tinggi. Selain itu dipergunakan pula dalam pembuatan lem, makanan dan lain sebagainya (Somaatmadja, 1984). Komposisi tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia tapioka per-100 gr bahan

Komposisi	Jumlah
Kalori	307 kal
Protein	1,1 g
Lemak	0,5 g
Karbohidrat	88,2 g
Kalsium	84 mg
Fe	25 mg
Vitamin B	0,04 mg
Air	9,1 mg
Bdd	100%

Sumber : Anonim (1981)

Menurut Nirawan (1992), tepung tapioka umumnya berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak larut dalam air dingin tetapi larut dalam air panas membentuk gel yang kental. Sifat kental ini dapat digunakan untuk mengatur tekstur makanan. Tapioka mengandung senyawa amilopektin yang bersifat sangat jernih yang mampu meningkatkan penampilan, memiliki daya pemekatan yang tinggi sehingga kebutuhan pemakaian relatif sedikit dan suhu gelatinisasinya rendah (Winarno, 1992).

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α - glikosidik. Beragam macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai karbon serta lurus atau bercabangnya rantai molekul. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Kedua fraksi tersebut adalah amilosa dan amilopektin (Winarno, 1997).

Pati ubi kayu merupakan campuran dari fraksi amilosa 17% dan amilopektin 83% dengan ukuran granula 3-35 mikrometer (Winarno, 1992). Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α - (1,4) - D - glukosa pada rantai lurusnya serta ikatan α - (1,6) - D - glukosa pada titik percabangannya. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4-5% dari keseluruhan ikatan yang ada pada amilopektin (Hodge and Osman, 1976).

Menurut Tjokroadikoesomo (1986), bahwa ada beberapa hal yang sangat disukai oleh para ahli pengolah pangan mengenai tepung tapioka, yaitu :

- a. Pada suhu normal pasta dari amilopektin tidak mudah menggumpal dan menjadi keras,
- b. Pada suhu yang lebih rendah pasta tidak mudah menjadi kental dan menjadi pecah (retak) dibandingkan dengan pati tepung biasa,
- c. Memiliki daya pemekat yang tinggi karena kemampuannya untuk mudah pekat, maka pemakaian pati dapat dihemat,
- d. Suhu gelatinisasi lebih rendah, sehingga menghemat pemakaian energi.

Bila suspensi pati dalam air dipanaskan akan terjadi proses gelatinisasi mula-mula menjadi keruh dan akhirnya menjadi jernih pada suhu tertentu. Terjadinya tranlasi larutan pati tersebut biasanya diikuti pembengkakan granula. Bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat daripada daya tarik menarik antara molekul pati di dalam granula, air dapat masuk ke dalam butir-butir pati (Winarno, 1992).

2.3.2 Air

Air berfungsi sebagai bahan yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada di dalam bahan makanan, untuk beberapa bahan malah berfungsi sebagai pelarut (Winarno, 1992). Air juga berguna untuk melarutkan garam serta menghomogenkan bahan baku yang digunakan. Fungsi utama dari penambahan air panas adalah untuk mempermudah penyerapan butir-butir pati sehingga terjadi pengembangan granula pati, yang diharapkan mampu menunjang pembentukan gelatinisasi selama adonan dikukus (Wiriano, 1984).

2.3.3 Bumbu

Bumbu yang ditambahkan dalam adonan kerupuk wortel adalah garam, bawang putih, dan ketumbar. Garam adalah bahan utama untuk mengatur rasa (rasa asin) dan membangkitkan aroma. Banyaknya garam yang ditambahkan dalam adonan dapat dikurangi jika pada adonan menggunakan lemak yang berasa asin seperti mentega atau margarin (Bennion, 1990). Banyaknya garam yang

digunakan biasanya 0,5%-3%. Pemakaian yang berlebihan akan menyebabkan tekstur kerupuk yang dihasilkan agak kasar (Wiriano, 1984).

Penambahan bawang putih dalam pembuatan kerupuk ditujukan untuk memberikan aroma khas dan citarasa yang lebih enak, dengan kandungan allicin yang sangat efektif akan dapat menghambat pertumbuhan spora/hifa dan germinasi pada khamir, sehingga penambahannya pada kerupuk dapat bertindak pula sebagai pengawet.

Ketumbar yang ditambahkan dalam adonan digunakan sebagai penyedap rasa pada kerupuk wortel. Biji kering mengandung minyak atsiri yang harum yang membuatnya bermanfaat dalam pembuatan acar dan kari. Biji muda memiliki rasa jeruk yang tajam, liar-saga, dan akarnya memiliki rasa teki. Dan ketumbar kadang-kadang digunakan sebagai obat (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

2.4 Proses Pembuatan Kerupuk

Tahap proses pembuatan kerupuk secara garis besar meliputi; pembuatan adonan, pencetakan, pengukusan, pendinginan, pengirisan, pengeringan, dan penggorengan.

2.4.1 Pembuatan Adonan

Pembuatan adonan dilakukan dengan cara mencampur bahan baku tapioka dengan bahan non pati, air panas, garam dan bumbu dengan formulasi yang telah ditentukan. Pembuatan adonan ini bertujuan untuk mencampurkan semua bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan kerupuk sehingga diperoleh campuran yang homogen. Adonan yang kurang homogen menyebabkan proses gelatinisasi tidak merata dan kerupuk yang dihasilkan nantinya kurang mengembang jika dilakukan penggorengan (Sofiah, 1988).

2.4.2 Pencetakan dan Pengukusan

Pencetakan dimaksudkan untuk memberi bentuk pada produk sesuai dengan permintaan, sedangkan pengukusan adalah pemanasan dengan menggunakan uap panas untuk mematangkan produk setelah air dalam tempat

pemanas tersebut mendidih (Moeljanto, 1982). Adonan telah masak apabila seluruh bagian telah berubah menjadi bening, dan mempunyai tekstur yang kenyal (wiriano, 1984).

Dalam pembuatan kerupuk, panas yang diperoleh dari pengukusan akan memudahkan terjadinya gelatinisasi tepung tapioka dan wortel sehingga adonan menjadi cepat matang dan mempunyai tekstur yang kenyal. Perubahan fisik yang terjadi saat pengukusan adalah terbentuknya adonan yang lebih padat dan elastis, viskositas adonan naik dan granula pati saling melekat sehingga tidak dapat dipisahkan (Meyer, 1973).

2.4.3 Pendinginan

Pendinginan dilakukan dengan cara menghamparkan gelondong pada suhu ruang selama 24 jam atau ditempatkan di lemari pendingin sampai adonan cukup mengeras. Tujuan dari pendinginan adalah agar pati mengalami proses retrogradasi, sehingga gel pati mengeras dan mempermudah pengirisan (Sofiah, 1988).

2.4.4 Pengirisan

Pengirisan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran supaya penetrasi panas sebelum pengeringan berlangsung lebih cepat dan merata. Menurut Saraswati (1986), pengirisan kerupuk dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam dengan ketebalan ± 2 mm.

2.4.5 Pengeringan

Pengeringan merupakan proses pemindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media (Winarno;dkk, 1992). Proses utama yang terjadi dalam pengeringan adalah transfer panas dan massa. Panas ditransfer dari udara dan kemudian air dimobilisasi keluar untuk kemudian diuapkan. Kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh jumlah dan posisi bahan, sifat dan ukuran bahan (Earle, 1969).

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

Pengeringan dilakukan dengan penjemuran atau dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan dengan penjemuran dilakukan selama 2 sampai 3 hari apabila cuaca cerah. Sedangkan pengeringan menggunakan alat pengering dilakukan pada suhu 50°C sampai 60°C hingga kadar air yang terdapat pada kerupuk berkisar antara 9-12% (Wiriano, 1984).

2.4.6 Penggorengan

Menurut Ketaren (1986) penggorengan adalah suatu proses memasak bahan pangan dengan menggunakan minyak atau lemak. Minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, penambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan. Selain itu menurut Justica (1994) minyak juga berfungsi dalam meratakan suhu.

Proses pemasakan berlangsung oleh penetrasi panas dari minyak yang masuk ke dalam bahan pangan. Permukaan lapisan luar akan berwarna coklat keemasan yang disebabkan oleh reaksi Browning jenis Maillard dan karamelisasi (Ketaren, 1986).

Penggorengan merupakan tahap akhir proses pembuatan kerupuk. Perubahan-perubahan yang terjadi selama penggorengan antara lain penguapan air, perubahan warna, tekstur dan citarasa. Besarnya pengembangan kerupuk mempengaruhi kerenyahan (Budiman, 1985).

2.5 Perubahan-Perubahan Yang Terjadi Pada Proses Pembuatan Kerupuk

Perubahan-perubahan yang terjadi dalam pembuatan meliputi gelatinisasi, retrogradasi dan sineresis, pencoklatan (Browning), dan pengembangan kerupuk.

2.5.1 Gelatinisasi

Gelatinisasi pati adalah proses pembengkakan yang terjadi dalam granula-granula pati karena adanya air yang dipanaskan dan merupakan peristiwa pembentukan gel yang dimulai dengan hidrasi pati yaitu penyerapan molekul-molekul air oleh molekul-molekul pati (Bennion, 1980; Haryadi, 1995). Faktor-faktor yang mempengaruhi gelatinisasi adalah bentuk dan ukuran granula, kandungan amilosa dan amilopektin serta medium (Meyer, 1960).

Menurut Gregor dan Greenwood (1980) apabila suspensi pati dalam air dipanaskan, akan terjadi tiga tahap pembengkakan granula. Tahap pertama terjadi di dalam air dingin, granula pati akan menyerap air sebesar 20-25% dari beratnya, tahap ini bersifat dapat balik. Tahap kedua terjadi pada pemanasan sampai suhu 65°C. Pada tahap ini mulai terjadi pengembangan granula yang bersifat tidak dapat balik. Granula pati akan menyerap air lebih banyak, yaitu 300 - 2500% dari beratnya. Tahap ketiga terjadi pada pemanasan di atas suhu 65°C, granula pati akan mengalami penguraian yang disebabkan oleh panas. Menurut Winarno (1997) suhu gelatinisasi pada pati tapioka berkisar antara 52°C - 64°C. Suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun.

Gelatinisasi mengakibatkan peningkatan kelarutan dan kedapatcernaan pati. Oleh sebab itu pangan berpati umumnya menjadi enak, atau dikatakan sudah masak setelah pati mengalami gelatinisasi. Pada keadaan tersebut rasa dan tekstur bahan berpati menjadi dapat diterima secara inderawi, dan peruraian pati oleh alfa-amilase air liur menghasilkan gula yang memberi atau menambah rasa manis (Haryadi, 1995).

2.5.2 Retrogradasi dan Sineresis Pati .

Pati yang telah mengalami gelatinisasi kemudian didinginkan akan menjadi gel yang buram dan tegar, dapat mengalami suatu proses retrogradasi, yaitu terjadi pengkristalan kembali. Pada keadaan ini amilosa membentuk struktur seperti kristal, sedangkan amilopektin sedikit atau sama sekali tidak mengalami retrogradasi (Priestly, 1979). Dalam keadaan ini, amilopektin 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.

Bila pasta pati yang telah dipanaskan kemudian didinginkan, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa tersebut bersatu kembali satu sama lain serta berikatan pada cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula. Dengan demikian mereka menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi disebut retrogradasi. Sebagian besar pati yang telah menjadi gel bila disimpan atau didinginkan untuk beberapa lama akan membentuk endapan kristal di dasar wadahnya.

Pada pati yang dipanaskan dan telah dingin kembali sebagian air masih berada di bagian luar granula yang membengkak. Air mengadakan ikatan yang erat dengan molekul-molekul pati pada permukaan butir-butir pati yang membengkak, demikian juga dengan amilosa yang mengakibatkan butir-butir pati membengkak. Sebagian air yang telah dimasak tersebut berada dalam rongga-rongga jaringan yang terbentuk dari butir pati dan endapan amilosa. Bila gel dipotong dengan pisau atau disimpan untuk beberapa hari, air tersebut dapat keluar dari bahan. Keluarnya atau merembesnya cairan dari suatu gel pati disebut sineresis (Winarno, 1997).

Retrogradasi mengakibatkan sifat gel menjadi tegar. Retrogradasi juga dapat mengakibatkan pengkerutan dan sineresis gel pati jika dibiarkan cukup lama, dan pengaruhnya akan semakin besar jika pangan dibekukan kemudian dilelehkan (Haryadi, 1995).

2.5.3 Pencoklatan

Reaksi pencoklatan adalah reaksi yang menimbulkan perubahan warna coklat pada bahan makanan. Pencoklatan mengakibatkan perubahan kenampakan, citarasa dan nilai gizi. Menurut Winarno (1997), proses pencoklatan dibagi menjadi dua jenis, yaitu proses pencoklatan enzimatik dan non enzimatik. Reaksi pencoklatan enzimatik terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat senyawa fenolik antara lain katekin dan turunannya seperti tirosin, asam kafeat, dan asam klorogenat. Reaksi pencoklatan non enzimatik yaitu karamelisasi dan reaksi maillard (Winarno, 1997).

Pada proses pembuatan kerupuk, reaksi pencoklatan yang terjadi adalah maillard dan karamelisasi. Reaksi Maillard terjadi pada tahap pengukusan, pengeringan, dan penggorengan. Pada saat proses pemasakan berlangsung oleh penetrasi panas dari minyak yang masuk ke dalam bahan pangan. Permukaan lapisan luar akan berwarna coklat keemasan yang disebabkan oleh reaksi Browning jenis Maillard dan karamelisasi (Ketaren, 1986). Reaksi Maillard merupakan reaksi-reaksi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat. Reaksi Maillard berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut :

- a. Suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino atau dengan suatu gugus amino dari protein sehingga menghasilkan basa Schiff.
- b. Perubahan terjadi menurut reaksi Amadori sehingga menjadi amino ketosa.
- c. Dehidrasi dari hasil reaksi Amadori membentuk turunan-turunan furfuraldehida, misalnya dari heksosa diperoleh hidroksimetil furfural.
- d. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan hasil antara metil α -dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan α -dikarboksil seperti metilglioksal, asetol dan diasetil.

- e. Aldehida-aldehida aktif dari 3 dan 4 terpolimerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino (hal ini disebut kondensasi aldol) atau dengan gugus amino membentuk senyawa berwarna coklat.

Sedangkan reaksi karamelisasi terjadi pada tahap penggorengan. Karamelisasi terjadi pada bahan yang mengandung sukrosa atau gula yang mengalami proses pengolahan dengan cara dipanaskan. Pada reaksi karamelisasi terjadi pemecahan molekul-molekul sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang diikuti oleh polimerisasi yang menyebabkan terjadinya warna coklat (Winarno, 1997).

2.5.4. Pengembangan Kerupuk

Mekanisme pengembangan kerupuk ketika digoreng merupakan hasil sejumlah besar letusan air yang menguap dengan cepat selama proses penggorengan dan sekaligus terbentuknya rongga-rongga udara yang tersebar merata pada seluruh struktur kerupuk goreng (Haryadi, 1990). Meningkatnya suhu pada saat penggorengan dapat menyebabkan terjadinya penguapan air (Heid and Joslyn, 1967). Terjadinya penguapan air yang bertekanan tinggi tersebut akan mendesak jaringan gel sehingga terjadi pengembangan.

Terjadinya pengembangan atau kemekaran kerupuk yang digoreng menurut Pontoh (1986), sangat terkait dengan peran amilopektin dalam bahan, dimana pada saat terjadi gelatinisasi, amilopektin tersebut akan memerangkap air dengan jumlah tertentu. Pada saat penggorengan air yang terikat oleh amilopektin tidak dapat ditahan keluar (menguap) karena amilopektin merupakan struktur yang kurang kompak dan kurang kuat menahan pengembangan masa lenting yang menyebabkan terbentuknya rongga-rongga udara yang tersebar merata pada seluruh struktur kerupuk, sehingga kerupuk menjadi mengembang.

Pengembangan kerupuk dalam penggorengan dipengaruhi oleh kadar air kerupuk, sehingga kerupuk harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum digoreng (Haryono, 1979). Kadar air maksimal yang dapat terkandung dalam kerupuk adalah 12%, makin tinggi kadar air makin kurang kerenyahannya (Haryadi dkk, 1988).

2.6 Mutu Kerupuk

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

Menurut Budiman (1985), sifat-sifat yang mencerminkan mutu kerupuk adalah tekstur, cita rasa dan kenampakan. Kandungan pati berkorelasi cukup tinggi dengan penilaian konsumen terhadap mutu kerupuk (Haryono, 1979).

Kerupuk dikatakan baik bila pengembangan kerupuk mempunyai kantung udara tidak besar, permukaan rata dan halus, cita rasa gurih, sesuai dengan jenisnya, warna cerah dan tidak mudah hancur (Wiyanti dkk, 1975). Dan menurut Djatmiko dan Tahir (1985), semakin tinggi kadar amilopektin maka volume pengembangan kerupuk yang dihasilkan semakin besar.

Kerenyahan merupakan sifat penting dalam produk hasil penggorengan seperti juga kerupuk. Tingkat kerenyahan berhubungan dengan tingkat pengembangan pangan kering hasil penggorengan (Haryadi, 1990). Dan pendapat ini juga diperkuat oleh Budiman (1985), bahwa sifat renyah dari kerupuk sangat dipengaruhi oleh besarnya pengembangan kerupuk tersebut pada waktu digoreng.

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

Menurut Standar Nasional Industri (SNI), syarat mutu kerupuk seperti tercantum pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Syarat Mutu Kerupuk Menurut SNI No 01 - 2714 -1992 / 01 - 2713 - 1998 :

No	Kriteria Uji	Persyaratan	
		Kerupuk Udang	Kerupuk Ikan
1	Kadar Air (%) maks.	12	12
2	Kadar Protein (%) min.	4	5
3	Kadar abu tidak larut dalam asam (%) maks.	1	1
4	Benda Asing (%) maks.	1	1
5	Bau	Khas	Khas

Sumber : <http://Warintek.Progresio.or.id/>

2.7 Hipotesis

1. Jumlah penambahan wortel berpengaruh terhadap sifat-sifat kerupuk wortel.
2. Variasi lama pengukusan berpengaruh terhadap sifat-sifat kerupuk wortel.
3. Kombinasi antara jumlah penambahan wortel dan variasi lama pengukusan yang tepat, akan menghasilkan kerupuk wortel yang disukai oleh konsumen.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain wortel, tepung tapioka, bawang putih, ketumbar, garam, air dan minyak goreng.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan kerupuk wortel yaitu blender, kompor, sendok, panci plastik tipis bening dan pisau. Sedangkan alat-alat yang digunakan untuk analisa adalah neraca analitis, botol timbang, mortal, penjepit, muffle, oven, digital colour reader (CR-10), pnetrometer, dan spectofotometer (Spectronic 21D).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai bulan Maret 2004.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun dengan pola faktorial, terdiri atas dua faktor yaitu :

Faktor A = Jumlah wortel yang dicampur

A1 = 40% wortel : 60% tapioka

A2 = 50% wortel : 50% tapioka

A3 = 60% wortel : 40% tapioka

Faktor B = Lama pengukusan

B1 = 40 menit

B2 = 60 menit

Dari masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Adapun model matematis yang digunakan adalah sebagai berikut (Gasperz, 1991) :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i - \beta_j - (\alpha\beta)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = nilai pengamatan untuk faktor A level ke-i, faktor B level ke-j

Dan pada ulangan ke-k

μ = nilai tengah umum

α_i = pengaruh faktor A pada level ke-i

β_j = pengaruh faktor B pada level ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = interaksi AB pada level A ke-I dan level B ke-j

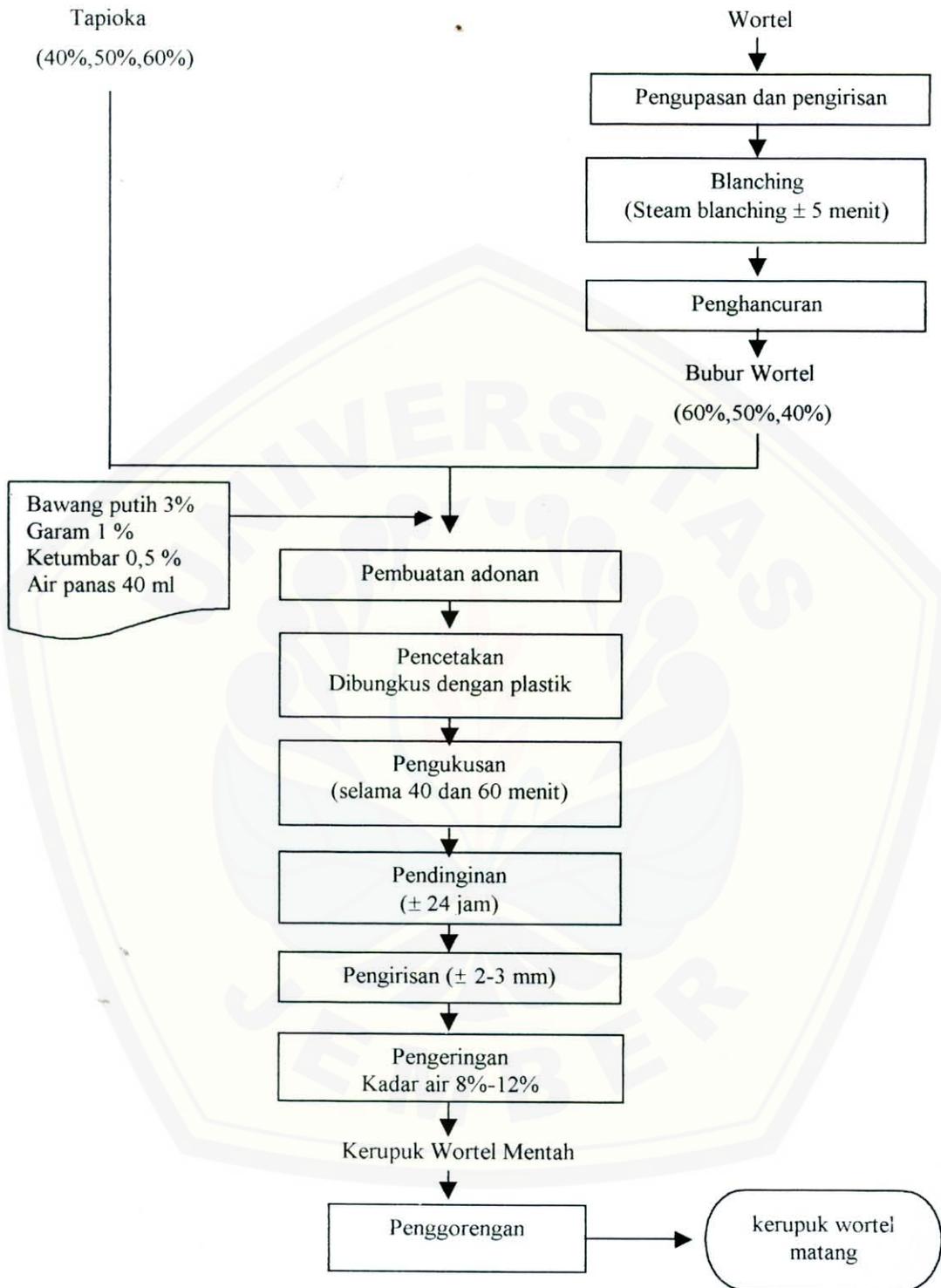
R_k = pengaruh kelompok ke-k

E_{ijk} = galat percobaan untuk level ke-I (A) level ke-j (B) ulangan ke-k

Data yang diperoleh di analisa dengan sidik ragam, bila ada perbedaan dilakukan uji Duncan. Untuk menentukan perlakuan terbaik digunakan uji efektifitas

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Wortel dikupas dengan tujuan untuk membersihkan wortel dari kotoran yang menempel. Kemudian wortel dicuci dan diiris. Setelah itu wortel di blanching dengan pengukusan selama 5 menit. Kemudian dilakukan penghancuran dengan menggunakan blender sehingga didapatkan bubur wortel. Selanjutnya tapioka dan bubur wortel dicampur dengan perbandingan 40:60; 50:50; 60:40, serta ditambahkan garam sebanyak 1%, bawang putih 3%, ketumbar sebanyak 0,5% dan air panas sebanyak 40 ml, sehingga adonan dapat tercampur dengan merata (terbentuk adonan yang homogen). Adonan yang telah homogen tersebut dimasukkan dalam selongsong plastik kemudian dikukus selama 40 menit dan 60 menit. Gelondong adonan yang sudah masak didinginkan dengan cara diangin-anginkan selama 24 jam. Adonan diiris dengan ketebalan ± 2 mm dan dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari hingga kadar air hanya 8-12 %. Kerupuk wortel yang sudah kering selanjutnya di goreng sampai kuning kecoklatan.. Diagram alir proses pembuatan kerupuk wortel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan kerupuk wortel

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian adalah :

1. Sifat fisik

- a. Warna (Colour Reader)
- b. Tekstur (menggunakan Penetrometer)
- c. Kenampakan Permukaan (Cara Pemotretan)
- d. Daya kembang (Metode Seed displacement)

- a. Daya serap minyak

2. Sifat kimia

- a. Kadar air kerupuk mentah (Metode pemanasan)
- b. Kadar Beta-Karoten pada perlakuan terbaik (Metode Spektrofotometer)
- c. Kadar abu kerupuk mentah (Cara Langsung, Sudarmadji dkk, 1997)

3. Uji Organoleptik

- a. Warna (Uji kesukaan, metode skoring)
- b. Rasa (Uji kesukaan, metode skoring)
- c. Kerenyahan (Uji Pembedaan ,metode skoring)
- d. Penilaian Umum (Uji kesukaan, metode skoring)

3.5 Prosedur Analisa

3.5.1 Warna (Kecerahan)

Pengamatan warna dilakukan dengan mengukur kecerahan (nilai L) kerupuk wortel. Ujung lensa colour reader diletakkan di atas kerupuk wortel secara acak setelah menu target muncul dilayar, kemudian dilakukan pencatatan nilai L.

Keterangan ;

L = nilai berkisar (0-100) yang menunjukkan warna hitam sampai putih.

3.5.2 Tekstur (Penetrometer)

Tekstur kerupuk diukur dengan alat penetrometer. Penusukan dilakukan dengan menggunakan jarum penetrometer sebanyak tiga kali pada tempat berbeda dengan waktu yang tetap.

3.5.3 Kenampakan Permukaan (Cara Pemotretan)

Untuk mengetahui kenampakan permukaan kerupuk wortel mentah dan matang dilakukan dengan metode pemotretan.

3.5.4 Daya Kembang (Metode Seed Displacement)

Tingkat pengembangan kerupuk wortel dinyatakan sebagai selisih volume setelah penggorengan (v_2) dengan volume sebelum penggorengan (v_1) dibagi dengan volume sebelum penggorengan (v_1) dikalikan 100%. Caranya adalah sebagai berikut :

- Wadah diisi dengan biji-bijian hingga penuh.
- Kerupuk mentah dimasukkan ke dalam wadah berisi biji-bijian hingga terdapat biji yang tumpah.
- Hitung volume biji yang tumpah, sehingga akan diketahui volume kerupuk mentah (v_1).
- Perlakuan yang sama dilakukan terhadap kerupuk matang. Volume kerupuk matang (v_2) akan diketahui.

Perhitungan :

$$\text{Daya Kembang} = \frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100\%$$

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

Daya serap minyak adalah kemampuan bahan untuk menyerap minyak ketika dilakukan penggorengan. Perhitungan daya serap minyak dapat dilakukan dengan cara membandingkan berat bahan (kerupuk wortel) setelah di goreng (b₂) dengan berat kerupuk wortel sebelum di goreng (b₁)

$$\text{Daya Serap Minyak} = \frac{b_2 - b_1}{b_1} \times 100\%$$

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

Penentuan kadar air dilakukan terhadap kerupuk mentah. Menimbang botol timbang yang sudah dikeringkan dan didinginkan dalam eksikator (a gram), kemudian menimbang kerupuk wortel yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram bersama botol timbangnya (b gram). Selanjutnya dilakukan pengovenan pada suhu 100-105°C selama 24 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang kembali. Perlakuan ini diulangi hingga tercapai berat konstan (c gram) (selisih penimbangan berturut-turut 0,0002 g).

Perhitungan :

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

3.5.7. Kadar Beta-Karoten (Metode Spektrofotometer, Sudarmadji dkk, 1992)

Penentuan kadar Beta-karoten dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometer (Sudarmadji, 1992). Bahan dihaluskan dan ditimbang 2-5 gr, kemudian ditambahkan etanol 10 ml, dan distirer selama 10 menit, selanjutnya disaring. Ekstraksi ini dilakukan dua kali. Hasil filtrat digabung dan ditera 25 ml. Filtrat dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 452 nm untuk menentukan kandungan beta-karoten.

$$\text{Beta-karoten (mg/g)} = \frac{\text{abs} \times l\% \times v}{2620 \times \text{beratsampel}} \times 1000 \text{ mg/g}$$

Abs = Absorbansi

V = Volume filtrat setelah ditera (25 ml)

3.5.8. Kadar Abu (Cara Langsung, Sudarmadji dkk, 1997)

Menimbang krus porselin yang sebelumnya dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C selama 15 menit dan didinginkan dalam eksikator (a gram).

Menimbang sebanyak 10 g sampel (kerupuk wortel mentah) yang sudah dihaluskan dan dihomogenkan dalam krus tersebut (b gram). Kemudian memijarkan krus tersebut dalam tanur pengabuan sampai diperoleh abu berwarna putih keabu-abuan. Pengabuan tersebut dilakukan dalam dua tahap. Tahap I pada suhu 400°C dan tahap selanjutnya pada suhu 550°C.

Selanjutnya mendinginkan krus dan abu dengan cara membiarkan tinggal didalam muffle sampai suhu tanur turun mencapai suhu 100°C. Kemudian memindahkan krus dan abu tersebut kedalam eksikator selama 30 menit, setelah dingin ditimbang (c gram).

Perhitungan :

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

3.5.9. Pengujian Organoleptik

Pengujian organoleptik meliputi kerenyahan, warna , rasa dan penilaian umum.

a. Kerenyahan (Uji Perbedaan, metode skoring).

Penilaian kerenyahan dari kerupuk wortel dilakukan dengan gigitan dan dapat ditandai dengan adanya bunyi pada saat kerupuk digigit.

Jenjang skala uji skoring adalah :

5 = sangat renyah

4 = renyah

3 = agak renyah

2 = tidak renyah

1 = sangat tidak renyah

b. Rasa (Uji kesukaan, metode skoring).

Rasa disini adalah kesan yang diterima oleh panelis. Jenjang skala uji kesukaan adalah :

5 = sangat suka

4 = suka

3 = agak suka

2 = tidak suka

1 = Sangat tidak suka

c. Warna (Uji kesukaan, metode skoring).

Warna disini adalah tingkat kecerahan yang dapat diterima oleh panelis.

Jenjang skala uji kesukaan adalah :

5 = sangat suka

4 = suka

3 = agak suka

2 = tidak suka

1 = sangat tidak suka

d. Penilaian Umum (Uji kesukaan, metode skoring).

Penilaian umum disini adalah kesan yang diterima oleh panelis. Jenjang skala uji kesukaan adalah :

5 = sangat suka

4 = suka

3 = agak suka

2 = tidak suka

1 = Sangat tidak suka

3.6 Uji Efektifitas

Uji efektifitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik berdasarkan metode Uji Efektifitas (De galmo, dkk, 1997). Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

Membuat bobot nilai pada masing-masing parameter dengan angka relatif 0-1. Bobot nilai berbeda tergantung dari kepentingan masing-masing parameter yang hasilnya diperoleh sebagai akibat perlakuan (kerenyahan dan warna diberi bobot 1,0; daya kembang, rasa, daya serap dan penilaian umum diberi bobot 0,9; kadar air dan kadar abu diberi 0,8).

Mengelompokkan parameter-parameter yang dianalisa menjadi dua kelompok : kelompok A terdiri dari parameter semakin tinggi reratanya semakin baik dan kelompok B terdiri dari parameter yang semakin reratanya semakin baik. Mencari bobot normal parameter yaitu nilai bobot parameter dibagi bobot normal. Menghitung nilai efektifitas dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai Efektifitas} = \frac{\text{Nilai Perlakuan} - \text{Nilai Terjelek}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai Terjelek}}$$

Untuk parameter dengan rerata semakin tinggi semakin baik, nilai terendah sebagai nilai terjelek dan nilai sebaliknya untuk rerata semakin rendah semakin baik maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek. Menghitung nilai hasil semua parameter yaitu (Nilai Efektifitas x Bobot Normal). Kombinasi yang mempunyai nilai tertinggi sebagai perlakuan terbaik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN



5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai variasi jumlah penambahan wortel dan lama pengukusan terhadap sifat-sifat kerupuk wortel, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Jumlah penambahan wortel berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, daya kembang, daya serap, warna dan tekstur.
2. Lama pengukusan berpengaruh nyata terhadap kadar air, daya kembang, warna dan tekstur, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar abu.
3. Kombinasi antara jumlah penambahan wortel dan variasi lama pengukusan berpengaruh sangat nyata pada uji organoleptik yang meliputi uji warna, rasa, kerenyahan dan penilaian umum.
4. Kombinasi yang terbaik didapatkan pada perlakuan A1B2 (jumlah penambahan wortel 40%, lama pengukusan 60 menit) yang mempunyai nilai kadar air 8,4723%; kadar beta-karoten sebesar 0,0123% (db); kadar abu 3,14335; kerenyahan 0,208; warna 0.159; rasa 0,171; penilaian umum 0,188 dan daya kembang 0,188

5.2 Saran

Pada penelitian ini terjadi penurunan kadar beta-karoten yang cukup tinggi sampai 94,4986 % karena proses penggorengan dan alternatif cara untuk mempertahankan kandungan beta-karoten adalah dengan menyangrai dengan menggunakan pasir atau menggunakan microwave.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N.B.V dan Rahayu, E. 1995. **Wortel dan Lobak**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Anonim.. 1981. **Daftar Komposisi Kimia Bahan Makanan**. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan. Jakarta.
- _____. 1992. **Tepung Wortel dan Manfaatnya**. Pusat Informasi Pertanian Trubus. Jakarta.
- Apandi, M. 1984. **Teknologi Buah dan Sayur**. Alumni. Jakarta.
- Bennion, M. 1990. **The Science of Food**. John and Sons. New York.
- Budiman, M. 1985. **Pengaruh Rasio Udang dan Tapioka Terhadap Sifat Fisik Kerupuk Udang**. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- De galmo, E.P, W.G. Sullivan, J.A. Bontelli dan E.M Wicks. 1997. **Engineering Economy, Thenth Edition**. Prentice Hall Upper Saddle River. New Jersey.
- Djarmiko, B. dan Tahir. 1985. **Mempelajari Pembuatan dan Karakteristik Kerupuk dari Kerupuk Sagu**. Diskusi Pangan VI. Bogor.
- Earle. 1969. **Satuan Operasi Dalam Pengolahan Pangan**. Sastra Hudaya. IPB. Bogor
- Embree, H.D. 1983. **Organic Chemistry**. Scott foresman and Company
- Eskin, N. A.M. H.M. Handerson dan R J. Townsend. 1971. **Biochemistry of Food**. Academic Press Inc. New York.
- Fardiaz, D.N. Andarwulan, H.W. Hariantono dan N. L. Puspitasari. 1992. **Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat antar Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.
- Fennema, D., 1996. **Food Chemistry**. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Gesperz, V. 1991. **Metode Perancangan Percobaan**. Armico. Bandung.
- Gregor, M.C. T and Greenwood. 1980. **Observation on The Stucture of The Starch Granula on Polysaccharides in Food**. Butter Wood. London.

- Hardiansyah, M.D. 1992. **Gizi Terapan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Haryadi. 1990. **Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati Terhadap Pengembangan, Higroskopisitas dan Sifat Indrawi Kerupuk**. Lembaga Penelitian, UGM.
- Haryadi, Sutardi dan M. Gadjito. 1988. **Pembuatan Makanan Kecil dari Tepung Sagu dan Waluh**. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Haryono. 1979. **Pengamatan Komposisi Kimia Kerupuk Guna Mencari Sifat-sifat Penentu Mutunya**. Jurusan Pengolahan Hasil Peranian Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Heid, M. and M. A. Joslyn. 1967. **Fundamentals of Food Processing Operation Ingredients Methods and Packaging**. The AVI Publ. Co Inc. Westport. Connecticut.
- Hendro, S. Mulyanto, M. Listriani, T. 1980. **Budidaya Sayuran Komersial**. Rajawali Press. Jakarta.
- Hodge, J.E. and E.M. Osman. 1976. **Carbohydrate in Principle of Food Science Part I**. Marcel Dekker Inc. New York.
- [http:// Warintek. Progresio. Or.id/](http://warintek.progresio.or.id/). **Kerupuk Udang Merintis Bisnis Pangan**. di akses pada tanggal 18 Maret 2004.
- Justica, H. 1994. **Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Absorpsi Minyak Selama Penggorengan Kerupuk Sagu**. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Madhavi, D.L., deshpande, S.S., and Salunkhe, D.K. 1995. **Food Antioxidants, Tecnological, Toxicological, and Health Perspective**. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong.
- Meyer, L.H. 1960.. **Food Chemistry**. The AVI Publ. Co Inc. Westport Connecticut.
- Moeljanto, R. 1982. **Pengolahan Hasil-hasil Sampingan Ikan**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nair, C.K.V., C.C Seow dan G.A. Sulebele. 1996. **Effect Of Frying Parameters On Physical Changes Of Tapioca Chips During Deep Fat Frying**. Int. J. of Food Sci & Tech. Vol 31 Hal 250.

- Nirawan, I.G.N. 1992. **Agar Kerupuk Lebih Berkualitas**. Balai Industri. Surabaya.
- Pontoh, J. 1986. **Mempelajari Pembuatan dan Sifat Fisikokimia Makanan Ekstrusi dari Campuran Beras, Sagu dan Kedelai**. IPB. Bogor.
- Priestly, R. J. 1976. **Effect of Heating on Foodtuff**. Applied Sci Publ LTD. London.
- Raharjo, A.P dan Haryadi. 1997. **Beberapa Karakteristik Kerupuk Ikan Yang Dibuat dengan Variasi Ratio Ikan Tuna atau Tapioka Dan Lama perebusan**. Agritech Vol 7 No 3.
- Rubatzky, V.E. and Yamaguchi, Mas. 1998. **Sayuran Dunia 2**. ITB. Bandung.
- Rukmana, R. Ir. 1995. **Bertanam Wortel**. Kanisius. Yogyakarta
- Saraswati. 1986. **Membuat Kerupuk Ikan Tenggiri**. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Setiawan, H. 1988. **Mempelajari Karakteristik Fisikokimia Kerupuk dari Berbagai Taraf Formulasi Tapioka, Tepung Kentang, Tepung Jagung**. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Sofiah, S. 1988. **Pembuatan Kerupuk**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Jakarta.
- Somaatmaja. 1984. **Pemanfaatan Ubi Kayu dalam Industri Pertanian**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Bogor.
- Sudarmadji, S. B. Hariyono dan Suhardi.. 1989. **Analisa Bahan Makanan. Dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- _____. 1992. **Analisa Bahan Makanan**. Liberty. Yogyakarta.
- _____. 1997. **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian (Edisi Keempat)**. Liberty. Yogyakarta.
- Sukatiningsih,. 1993. **Kajian Mutu Kerupuk Iris Yang Dibuat Dengan Variasi Ampas Tahu Sebagai Substitusi Dan Jenis Tepung**. Laporan Penelitian. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Jember.
- Tjockroadikoesomo, P. S. 1986. **HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wahab, A. 1989. **Pembuatan Kerupuk Udang dari Buah Sukun**. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Surabaya.

- Wahyudi, M. dan Astawan. 1988. **Teknologi Pengolahan Hewani Tepat Guna**. CV Akade Presindo. Jakarta.
- Weichmann, J. 1987. **Postharvest Physiology of vegetable**. Marcel Dekker, Inc.1. New York and Basel.
- Wiriano. 1984. **Mekanisme Pembuatan Kerupuk**. Departemen Perindustrian. Balai Besar Hasil Pertanian Indonesia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1983. **Enzim Pangan**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- _____. 1992. **Pengantar Teknologi Pangan**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- _____. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wiyanti, 1975. **Industri Kerupuk di Sidoarjo Jawa Timur**. Fatemata IPB. Bogor.

Lampiran 1

Warna

Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan
Wortel dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	53.3121	52.8957	52.8405	159.0483	53.0161
A1B2	51.6118	52.1394	52.0871	155.8383	51.9461
A2B1	51.6089	52.1394	51.0061	154.7544	51.5848
A2B2	51.5726	50.1763	49.9673	151.7162	50.5721
A3B1	50.9959	49.9237	48.6879	149.6075	49.8692
A3B2	49.6846	49.3383	46.4327	145.4556	48.4852
Jumlah	308.7859	306.6128	301.0216	916.4203	
Rerata					50.9122

Tabel 2 arah A x B

Faktor B	Faktor A			Jumlah	Rerata
	A1	A2	A3		
B1	159.0483	154.7544	149.6075	463.4102	51.49
B2	155.8383	151.7162	145.4556	453.0101	50.3345
Jumlah	314.8866	306.4706	295.0631		
Rerata	52.4811	51.07843	49.17718		

Lampiran 2

Tekstur

Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan
Wortel dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Ulangan			jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	0.5	0.49	0.52	1.51	0.50333
A1B2	0.53	0.51	0.53	1.57	0.52333
A2B1	0.43	0.41	0.36	1.2	0.4
A2B2	0.46	0.43	0.4	1.29	0.43
A3B1	0.3	0.29	0.26	0.85	0.28333
A3B2	0.37	0.3	0.33	1	0.33333
Jumlah	2.59	2.43	2.4	7.42	
Rerata					0.41222

Tabel 2 arah A x B

Faktor B	Faktor A			Jumlah	Rerata
	A1	A2	A3		
B1	1.51	1.2	0.85	3.56	0.39556
B2	1.57	1.29	1	3.86	0.42889
Jumlah	3.08	2.49	1.85		
Rerata	0.5133333	0.415	0.308333		

Lampiran 3

Daya Kembang

Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	265.625	265.3846	262.0689	793.0785	264.3595
A1B2	270.4545	279.1667	275	824.6212	274.8737
A2B1	208.5106	214.2857	219.1489	641.9452	213.9817
A2B2	226.6667	221.9512	233.3333	681.9512	227.3171
A3B1	100.125	163.1579	112.7659	376.0488	125.3496
A3B2	135.2941	176.9231	141.3793	453.5965	151.1988
Jumlah	1206.6759	1320.869	1243.696	3771.2414	
Rerata					209.5134

Tabel 2 arah A x B

Faktor B	Faktor A			Jumlah	Rerata
	A1	A2	A3		
B1	793.0785	641.9452	376.0488	1811.0725	201.2303
B2	824.6212	681.9512	453.5965	1960.1689	217.7965
Jumlah	1617.6997	1323.8964	829.6453		
Rerata	269.6166	220.6494	138.2742		

Lampiran 4

Daya Serap Minyak

Daya Serap Minyak Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	38.2978	37.5212	39.5509	115.3699	38.4566
A1B2	40.7538	40.4635	49.4279	130.6452	43.5484
A2B1	32.2069	33.9901	33.0927	99.2897	33.0966
A2B2	33.2895	35.8871	36.9436	106.1202	35.3734
A3B1	25.9627	28.6995	25.9627	80.6249	26.875
A3B2	29.5812	28.8159	29.4032	87.8003	29.2668
Jumlah Rerata	200.0919	205.3773	214.381	619.8502	34.4361

Tabel 2 arah A x B

Faktor B	Faktor A			Jumlah	Rerata
	A1	A2	A3		
B1	115.3699	99.2897	80.6249	295.2845	32.8094
B2	130.6452	106.1202	87.8003	324.5657	36.0629
Jumlah Rerata	246.0151	205.4099	168.4252		
	41.002517	34.23498	28.07087		

Lampiran 5

Kadar Air

Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	7.9804	7.902	7.1076	22.9900	7.6633
A1B2	8.4089	8.2651	8.7428	25.4168	8.4723
A2B1	8.8701	8.915	8.8227	26.6078	8.8693
A2B2	8.9838	9.3512	8.9771	27.3121	9.1040
A3B1	9.3718	8.6085	9.7984	27.7787	9.2596
A3B2	9.7661	9.5166	9.9679	29.2506	9.7502
Jumlah	53.3811	52.5584	53.4165	159.356	
Rerata					8.8531

Tabel 2 arah A x B

Faktor B	Faktor A			Jumlah	Rerata
	A1	A2	A3		
B1	22.9900	26.6078	27.7787	77.3765	8.5974
B2	25.4168	27.3121	29.2506	81.9795	9.1088
Jumlah	48.4068	53.9199	57.0293		
Rerata	8.0678	8.9867	9.5049		

Lampiran 6

Kadar Beta-Karoten Pada Perlakuan Terbaik

Absorbansi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A1B2	0,113	0,136	0,126	0,375	0,125

kadar Beta-Karoten (mg/g)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A1B2	0,0107	0,0128	0,0,2	0,0355	0,012

berat bahan + kadar air

$$\text{Dry basis} = \text{Wet basis} \times \frac{\text{berat bahan}}{\text{berat bahan + kadar air}}$$

β-karoten wortel segar (db)

$$\beta\text{-karoten} = \frac{0,0870 \text{ mg/g}}{40} \left(\frac{40}{40 (100\% - 88,2\%)} \right)$$

$$= 0,0184 \text{ mg/g} \times 100\%$$

$$= 1,843 \%$$

Nb

Kadar air wortel segar = 88,2 %

Kadar padatan wortel = 11,8 %

β -karoten kerupuk wortel matang (db) .

$$\begin{aligned}\beta\text{-karoten} &= \frac{0,012 \text{ mg/g}}{100} \left(\frac{100}{100 (100\% - 2,732\%)} \right) \\ &= 1,23 \cdot 10^{-4} \times 100\% \\ &= 0,0123 \%\end{aligned}$$

keterangan:

Kadar air kerupuk matang = 2,732%

Kadar padatan kerupuk matang = 97,268%

Prosentase Penurunan Kadar beta-karorten

$$\begin{aligned}\text{Kadar beta-karoten wortel segar} &= \text{kadar padatan wortel segar} \times \beta\text{-karoten} \\ &= 11,8 \% \times 1,843\% \\ &= 21,7474\% \text{ (Awal)}\end{aligned}$$

Kadar β -karoten Kerupuk wortel matang

$$\begin{aligned}&= \text{kadar padatan wortel segar} \times \beta\text{-karoten} \\ &= 97,268 \% \times 0,0123\% \\ &= 1,1964 \text{ (Akhir)}\end{aligned}$$

Kadar β -karoten yang hilang = β -karoten awal - β -karoten akhir

$$= 21,7474\% - 1,1964\% = 20,551\%$$

Prosentase Kadar β -karoten yang hilang = $\frac{20,551\%}{21,7474\%} \times 100\%$

$$= 94,499\%$$

Lampiran 7

Kadar Abu

Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Wortel dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	3.72	2.83	3.24	9.79	3.26333
A1B2	3.28	3.02	3.13	9.43	3.14333
A2B1	3.48	3.53	3.59	10.6	3.53333
A2B2	3.49	4.5	3.01	11	3.66667
A3B1	4.8	4.65	4.67	14.12	4.70667
A3B2	4.54	4.57	4.61	13.72	4.57333
Jumlah	23.31	23.1	22.25	68.66	
Rerata					3.81444

Tabel 2 arah A x B

Faktor B	Faktor A			Jumlah	Rerata
	A1	A2	A3		
B1	9.79	10.6	14.12	34.51	3.83444
B2	9.43	11	13.72	34.15	3.79444
Jumlah	19.22	21.6	27.84		
Rerata	3.2033333	3.6	4.64		

Lampiran 8

**Skor Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah
Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan**

Panelis	Perlakuan						Jumlah
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	
1	5	5	3	3	2	1	19
2	4	5	3	4	2	3	21
3	4	5	3	3	4	5	24
4	3	5	2	3	4	3	20
5	4	5	3	4	3	2	21
6	3	4	3	3	2	2	17
7	3	4	3	2	2	3	17
8	5	4	3	3	2	1	18
9	5	4	3	5	1	1	19
10	3	4	2	3	2	2	16
11	4	5	3	3	2	2	19
12	4	5	3	3	1	2	18
13	4	5	3	3	2	2	19
14	4	5	2	2	1	3	17
15	4	5	3	4	3	2	21
16	4	5	4	4	3	3	23
17	5	3	3	4	3	4	22
18	3	4	2	5	1	2	17
19	4	5	4	4	3	3	23
20	3	4	3	3	2	1	16
Jumlah	78	91	58	68	45	47	387
Rerata	3.9	4.55	2.9	3.4	2.25	2.35	3.225

Lampiran 9

**Skor Rasa Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah
Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan**

Panelis	Perlakuan						Jumlah
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	
1	5	4	4	4	3	2	22
2	4	4	4	4	3	3	22
3	5	4	4	3	3	3	22
4	3	4	2	4	4	3	20
5	4	5	3	4	3	3	22
6	4	2	3	3	2	2	16
7	3	4	3	2	3	4	19
8	3	2	4	4	3	3	19
9	3	4	2	2	4	2	17
10	3	4	4	3	3	3	20
11	4	4	3	3	2	2	18
12	4	5	3	4	2	3	21
13	3	3	3	3	2	2	16
14	4	5	2	5	4	3	23
15	4	3	4	4	4	2	21
16	4	4	3	4	4	2	21
17	4	4	2	4	5	2	21
18	5	3	2	2	3	2	17
19	4	2	4	4	5	2	21
20	4	2	2	3	4	1	16
Jumlah	77	72	61	69	66	49	394
Rerata	3.85	3.6	3.05	3.45	3.3	2.45	3.283

Lampiran 10

**Skor Kerenyahan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi
Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan**

Panelis	Perlakuan						Jumlah
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	
1	4	3	3	4	3	2	19
2	4	5	3	3	3	3	21
3	3	5	3	5	2	2	20
4	3	4	3	2	3	3	18
5	4	5	3	4	2	3	21
6	5	4	3	4	2	2	20
7	3	4	4	3	4	3	21
8	2	5	3	4	2	1	17
Jumlah	28	35	25	29	21	19	157
Rerata	3.5	4.375	3.125	3.625	2.625	2.375	3.271

Lampiran 11

**Skor Penilaian Umum Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi
Jumlah Penambahan Wortel Dan Lama Pengukusan**

Panelis	Perlakuan						Jumlah
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	
1	5	4	4	4	3	2	22
2	5	4	4	4	3	4	24
3	5	4	4	3	4	3	23
4	2	5	2	5	2	3	19
5	4	5	3	3	3	3	21
6	4	3	3	4	2	3	19
7	3	4	3	2	2	4	18
8	4	3	4	5	3	2	21
9	4	5	3	4	3	2	21
10	3	4	3	3	3	3	19
11	4	5	3	3	2	2	19
12	4	5	3	3	1	2	18
13	3	4	3	3	2	2	17
14	4	5	4	5	3	3	24
15	4	3	3	4	2	2	18
16	4	3	4	3	2	2	18
17	4	3	2	4	4	3	20
18	4	4	3	2	3	4	20
19	4	4	4	4	3	3	22
20	4	5	3	2	2	1	17
Jumlah	78	82	65	70	52	53	400
Rerata	3.9	4.1	3.25	3.5	2.6	2.65	3.333



Lampiran 12

Tabel Nilai Hasil Penentuan Perlakuan Terbaik Dengan Uji Efektifitas

Parameter	Bobot Variabel	Bobot Normal	Nilai Hasil Perlakuan					
			A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
Kerenyahan	1	0.208	0.116	0.208	0.075	0.166	0	0.083
Warna	1	0.208	0.149	0,159	0.058	0.104	0	0.008
Rasa	1	0.208	0.208	0.171	0.089	0.147	0.127	0
Penilaian umum	0.9	0.188	0.162	0.188	0.081	0.113	0	0.005
Daya Kembang	0.9	0.188	0.175	0.188	0.111	0.128	0	0.083
Total	4.8		0.81	0,914*	0.414	0.658	0.127	0.179

Keterangan :

- * : Terbaik
- Daya Kembang : Tinggi – terbaik ; rendah – terjelek
- Kerenyahan : Tinggi – terbaik ; rendah - terjelek
- Warna : Tinggi – terbaik ; rendah - terjelek
- Rasa : Tinggi – terbaik ; rendah - terjelek
- Penilaian Umum : Tinggi – terbaik ; rendah - terjelek