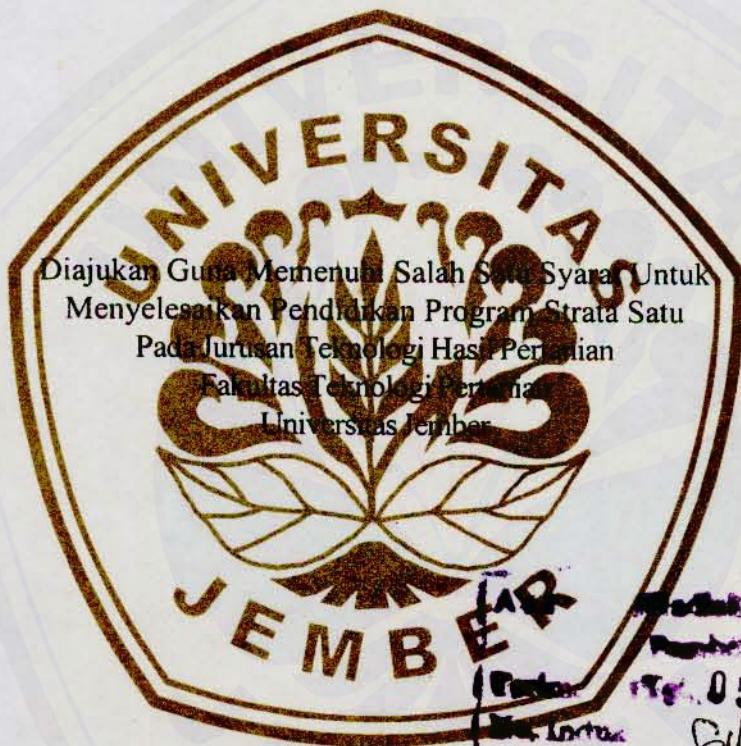


**PEMBUATAN KERUPUK WORTEL (*Daucus carota L*)  
DENGAN VARIASI JUMLAH PENAMBAHAN TEPUNG WORTEL  
DAN LAMA PENGUKUSAN**



**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**



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

05 FEB 2005  
664.8057  
Cis  
P

Oleh :

**FONY WAHYU LISWATI**  
Nim. 991710101141

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2004**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. Sih Yuwanti, MP**  
*(Dosen Pembimbing Utama)*

**Triana Lindriati, ST**  
*(Dosen Pembimbing Anggota I)*

**Ir. Unus, MS**  
*(Dosen Pembimbing Anggota II)*

Diterima Oleh :

**Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember**

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

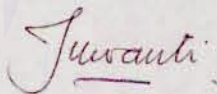
Dipertahankan Pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 11 Juni 2004

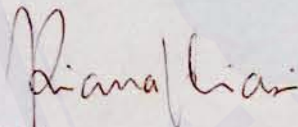
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Tim Penguji  
Ketua



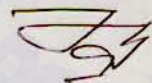
Ir. Sih Yuwanti, MP  
NIP. 132 086 416

Anggota I



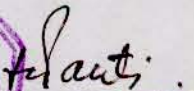
Triana Lindriati, ST  
NIP. 132 207 762

Anggota II



Ir. Unus, MS  
NIP. 130 368 786

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember



Ir. H. Sri Hartanti, MS  
NIP. 130 350 763

## MOUOU

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah mengetahui apa yang kamu kerjakan (QS. Al Mujadilah : 11)*

*Cinta kepada Allah dapat membersihkan hati dari kenistaan dan ketergantungan terhadap dunia. Cinta kepada Allah adalah faktor terkuat pengaruhnya dalam hati manusia. Ia adalah api dan cahaya. Ia membersihkan hati, menerangi dan memberinya keteguhan ( Muhammad Mahdi al-Shifi)*

*Aku tahu, rizkiku tak mungkin diambil orang lain karenanya hatiku tenang  
Aku tahu amal-amalku tak mungkin dilakukan orang lain,  
maka aku sibukkan diriku untuk beramal  
Aku tahu Allah selalu melihatku,  
karenanya aku malu bila mendapatiku ,melakukan makhsiyat  
Aku tahu kematian menantiku,  
maka kupersiapkan bekal untuk berjumpa dengan Rabbku  
(Hasan Al-Bashri)*

*Buhalah engkau pada dunia, pasti Allah akan mencintaimu  
Buhalah apa yang ada pada manusia, pasti manusia akan  
mencintaimu  
(Al Badisi)*

*Jika kamu seorang diri, maka jagalah kalbumu  
Jika kamu berada ditengah-tengah orang, maka jagalah lisanmu  
Jika kamu berada dijalan, maka jagalah pandanganmu  
Karena itulah kunci keselamatan*

*Cinta itu buhulnya iman, dimana orang tidak akan masuk surga tanpa cinta. Seorang hamba tidak akan sejahtera maupun selamat dari ancaman siksa Allah tanpa cinta. Maka hendaklah hamba itu berperilaku atas dasar cinta  
(Ibnu Qayyim al-Jauziyah)*

## PERSEMBAHAN-ku

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik serta hidayahnya yang telah menerangi jalan hidupku mencapai ridho-Nya. Do'aku, harapanku senantiasa tertuju pada-Mu Ya Allah, Anugerahkanlah cahaya dalam hidupku, jalan keselamatan bagiku dan orang-orang yang Engkau cintai, jalan orang-orang muttaqien.

Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, pemilik kemuliaan disisi Allah, pemilik kedudukan derajat yang utama, penyandang kebesaran dan keagungan dan pemilik kehormatan sepanjang masa. Aku mengharap syafa'atmu dihadapan Allah SWT.

Kupersembahkan karyaku ini untuk orang-orang yang tulus menyayangiku dan mendukungku selama ini. Karya ini tidak akan hadir tanpa perjuangan, kesabaran, dukungan dan do'a yang tulus dari orang-orang yang menyayangiku yang selama ini mengiringi langkahku.

*Obunda tersayang "Nasifah", figur yang selalu kubanggakan yang dengan segala cinta kasihnya, pengorbanan, kesabaran dan ketegarannya dan do'anya yang tulus dalam setiap langkahku untuk meraih kebahagiaan. Cintaku padamu membimbingku untuk tegar menghadapi hidup dan do'aku selalu, semoga Allah selalu melindungimu.*

*Ayahanda tersayang "Prayitno" figur yang penuh kearifan yang mendewasakanmu dalam meniti langkah-langkah meraih kesuksesan di dunia dan akherat. Ananda menyayangimu dan semoga Allah senantiasa memberi petunjuk-Nya untuk meraih kebahagiaan keluarga kita.*

*Adikku tersayang "Dwi Oma Herminingsih", jadilah yang terbaik dan persembahkan yang terbaik untuk agama, keluarga dan lingkunganmu. Karena kau bisa dan begitu berharga. Kau adalah kebahagiaan dan kebanggaan keluarga.*

*Saudara-saudaraku yang menyayangiku (Pakde dan bude Mashuri, Pakde Rofi D dan Bude Sumiyati, Bude Basirah, Pakde Mursyid, Pakde Prawoto, Mbak Santi dan Mas Omam, Mas Agus dan Mbak Atik, Mas Agus H dan Mbak Din, Mas Agus I dan Mbak Susi dan semua saudaraku yang kusayangi) yang selama ini memberikan dukungan moril dan materiil serta do'a yang tulus demi kesuksesanku. Semoga Allah melimpahkan rahmat-Nya selalu untuk selamanya*

*Thanks Special To*

Ibunda Hj. Dra. Elok Faiqoh Muhammad, MM. Beliau tidak hanya sebagai guru, tetapi juga seorang ibu yang dengan kasih sayangnya, membimbing dan memberi ilmu dan keteladanan yang InsyaAllah bermanfaat untuk dunia dan akhirat. Semoga Allah senantiasa memberikan yang terbaik untuk Bunda.

Asatidzku Ibu Sukmawati, Ibu Maryanto, Ustd Ni'am, Ustd Fatimah, Ustd Nuril, Ustd 'Ula, Ustd Nuris, Ustd Lutfiah, Ustd Dian, Ustd Anul, Ustd Solehati, Ust Mudatsir, Ustd Karim, Ust Karis, dan Ust Zainudin. Terima kasih atas bimbingannya yang tulus membukakan mata hati ini, mencerahkan pikiran dengan pancaran ilmu dan teladan yang diberikan.

Keluarga Besar P. Yuli Witono, terima kasih atas bimbingan dan dukungannya selama ini semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat-Nya.

Saudara-saudaraku tercinta Jin (terima kasih telah memotivasi dan menemaniku dalam suka dan duka, semoga kesuksesan slalu menyertaimu), Ida (trims bantuannya, kita diciptakan berbeda dan syukurilah apa yg Allah berikan), Keni (sorry, nggak bisa memenuhi janji kita and jgn lupa kita bukan perempuan biasa), Anam (lalui hidup ini dengan ikhtiar, do'a daan kesabaran, InsyaAllah kau akan dptkan yg terbaik), Eko (kapan guyon lagi, smoga mjd pengusaha sukses), Karis (ummat menanti kiprah dakwahmu), Priyanto (smoga sukses, ukhti PK menunggumu), Ika (kapan kita bisnis lagi), Nanik and Ida R (kenangan indah di Gunung Gamber, kapan kesana lagi), Atik (trims motivasinya), Mei (trims bantuannya), Novia, Sri Wahyuni, Atin, Anip, Yoyok, Nur Asyari, Ubaidillah, Andreas, zainul, Ferdinan, Ali, Hari, Fattah. Semoga Persahabatan dan persaudaraan kita abadi selamanya.

Kakak-kakakku tercinta Mbak Nurhayati (nasehatmu slalu kunantikan), Mbak Diana (kakakku yg begitu tegar), mbak Dian, Mbak Ari mungil, mbak Martin, Mbak Ambar, Mbak Dian A, Mbak nanik, Mbak Kenik, Mas Adi, Mas Zidni, Mbak Luci, Mbak Kenik, Mbak Nanik, Mas Nafi', Mas Narto, Mas Oryza, Mas Andik, Mas Erwan, Mas Swan, Mas Karimba, Mas Dedi, Mas Deviana, Mas Widya dll. Terima kasih atas nasehat, motivasi dan dukungannya selama aku berproses di KOMTSTA tercinta, smoga persaudaraan kita ttp terjalin dimanapun kita berada.

Adik-adikku tersayang Amy (thanks dg tulus membantu dan menghiburku), Munir (sudah saatnya memilih...), Ismaul (jadilah ketum yg bijak & tegas),

Devi & Mery (yg rukun, ya), Ninik (smoga mdp yg terbaik), Dian Yuli, Zubaidi (masyaAllah), Juni (berikan yg terbaik tuk KMG-wati), Sri A, Azizah (aku kangen), Desi, zawawi (smoga + dewasa, kamu berpotensi, lho and jadilah kakak yg terbaik), Karyawati (aku salut dg semangatmu), Hana, Musa, Kosim, Adi, Ningrum, Sofi, Ummi, Mei, Roful, Annisa, Raniah, Eko, Hendri and Yusuf, Dini, Udin, Mudo, Kum-kum, Pipit, Sabarini, Erik dll. Jangan pernah berharap sesuatu dari KMG tapi berpikirlah untuk memberikan yg terbaik untuk KMG dan eratkan persaudaraan kita. Teruskan perjuanganmu "YAKIN USAHA SAMPAI"

My Second University "Kimpunan Mahasiswa Islam" yang telah memberi wahana berproses dan berekspresi. Disinilah kutemukan persahabatan dan persaudaraan sejati. Always "Yakin Usaha Sampai"

Keluarga Besar KOSINUS-TESTA, terima kasih khususnya Rika laili (syukron motivasinya), Sutarsih (smoga sukses), Kanti, Kiptiyah, Mbak Ruri, Mbak Nurul Aimah, Mbak Erna, Mbak Mary, Mbak Iik, Mas Erfan, Mas Hendri, Mas Rudi, Mas Watoni, Mas Basofi dan adik-adikku semuanya atas kerjasama dan persaudaraannya, perjalanan dakwah kita masih panjang smoga Allah senantiasa meridhoi perjalanan kita.

Keluarga Besar PPI Zainab Shiddiq, mbak Ermi, Mbak Sofi, Mbak Jamil, Mbak Juned, Lail, Nela, and Mbak Nisa (kenangan indah di kamar Miftah takkan kulupakan), Us (trims telah memotivasi dan menghiburku), Mbak Zahro (sorry, ya), Mbak Ria, Mbak Elli, Jin, Mbak Dian, Mbak Cuen, Mbak Hanik, Mbak Mulika, Mbak Sri, Mbak Sule, Mbak Rohim, Hana, Lita, Hanik dll. Terima kasih atas kebersamaannya dan persaudaraannya dan maafkan jika sering mengecewakan.

Kawan-kawan seperjuangan di Lab khususnya Team WORTSE Mariani fajriah and Santi (Trims atas bantuannya dan kerjasamanya), Rita, Lilik, Yetti, Jin, Suhe, Suto, Adi Jpg, Roy, Dian, faisal, Ikhsan, Lani, desi, Nani, Oita, Dono, Munir, Wiwid, Ibnul, pipit, inggrit, kiki dll yang banyak membantuku dan menghiburku selama penelitian, smoga mjd ahli pangan yang handal.

Adik-adikku penghuni kal 90/78 Wiji, Kokom (suaramu bagus lho, ikut ATG aja), Yanti (thanks printernya), Kenti, Ruroh, Sri, Riza, Ria and Eni. Terima kasih atas semuanya and jangan suka menggoda, ya?

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah Swt, yang telah memberikan Rahmat, Taufiq serta Hidayah-Nya atas terselesaikannya skripsi ini. Sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad Saw, keluarga, sahabat dan umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul **“Pembuatan Kerupuk Wortel (*Daucus carota* L) dengan Variasi Penambahan Tepung Wortel dan Variasi Lama Pengukusan ”** yang diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program Sarjana Satu (S-1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Pada kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat dan ketulusan hatu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
2. Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
3. Ir. Sih Yuwanti, MP., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah mengarahkan dan membimbing menjadi peneliti dan penulis yang baik,
4. Triana Lindriati, ST., selaku Dosen Pembimbing Anggota I dan Ir. Unus, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah membimbing dan mengoreksi kebenaran dan pertanggungjawaban penelitian ini,
5. Ir. Herlina, MP selaku Dosen Wali yang berperan dalam mengarahkan pendidikan penulis selama kuliah,
6. Bapak/ Ibu Dosen yang telah membimbing dan menyampaikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis,
7. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini
8. Seluruh teknisi laboratorium jurusan Teknologi Hasil Pertanian (Mbak Wim, Mas Mistar, Mbak Ketut, Mbak Sari, Mas Dian, Mbak



Widi, Pak Min dan Mas Tasor) yang telah banyak membantu selama penelitian.

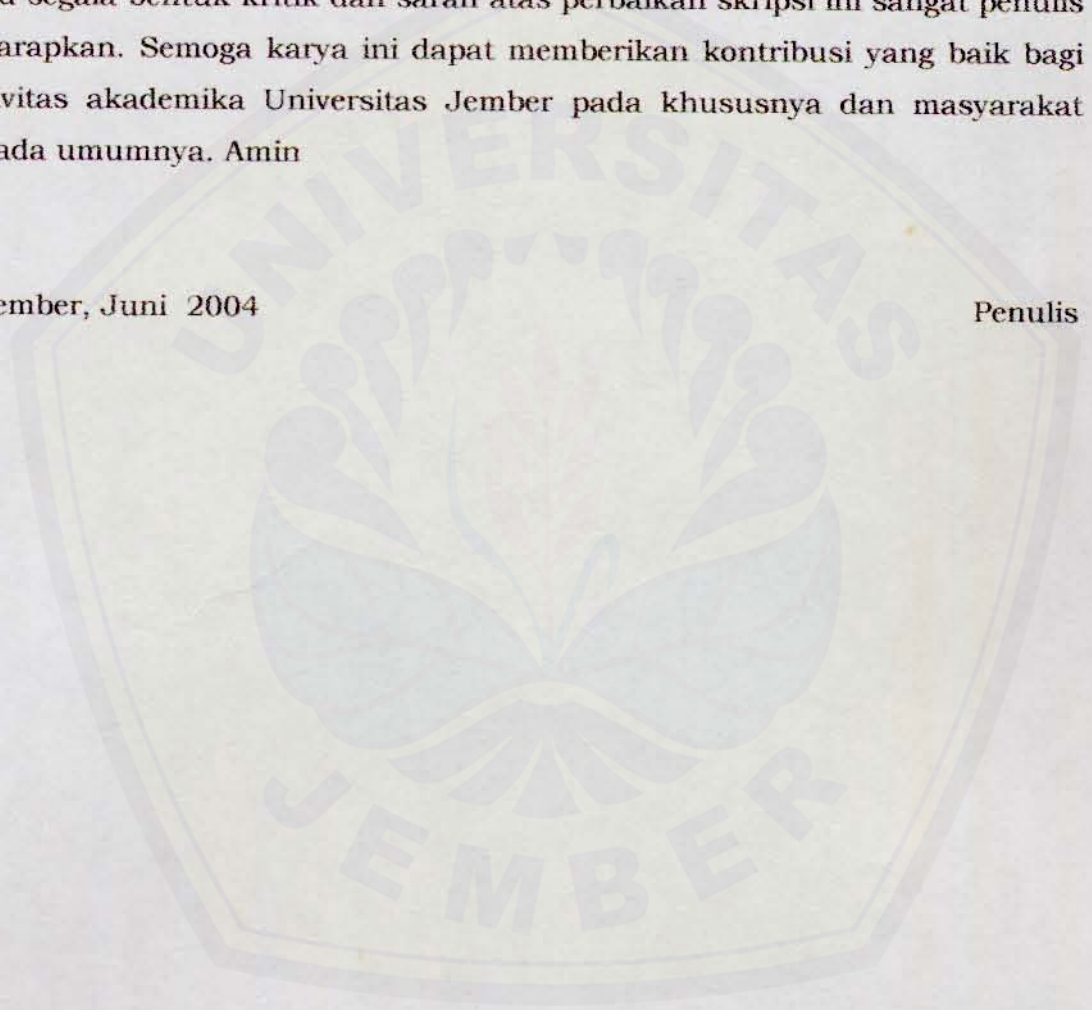
9. Saudara-saudaraku angkatan 1999, 2000, 2001, 2002 dan 2003 yang telah mewarnai hari-hariku di kampus perjuangan ini.

10. Almamater Universitas Jember

Tiada suatu karya yang sempurna, kecuali Allah Swt. Oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran atas perbaikan skripsi ini sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi yang baik bagi civitas akademika Universitas Jember pada khususnya dan masyarakat pada umumnya. Amin

Jember, Juni 2004

Penulis



**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN DOSEN PEMBIMBING.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xviii</b>

**I. PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Tanaman Wortel.....	4
2.2 Tepung Wortel.....	6
2.3 Tapioka.....	8
2.4 Kerupuk.....	9
2.4.1 Pembuatan Adonan.....	10
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 Mutu Kerupuk.....	13

2.6	Perubahan-Perubahan Yang Terjadi Pada Proses Pembuatan Kerupuk Penggorengan .....	15
2.6.1	Gelatinisasi .....	15
2.6.2	Retrogradasi Pati .....	16
2.6.3	Pengembangan Kerupuk .....	17
2.6.4	Reaksi Pencoklatan (Browning) .....	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 .....	22
3.4	Parameter Pengamatan.....	25
3.5	Prosedur Analisis .....	25
3.5.1	Kadar air .....	25
3.5.2	Kadar Abu .....	26
3.5.3	Warna .....	26
3.5.4	Daya Kembang.....	26
3.5.5	Tekstur .....	27
3.5.6	Uji Organoleptik .....	27
3.5.7	Prosedur Uji Efektifitas.....	27
3.5.8	Kadar Beta-Karoten .....	28

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Kadar Air .....	29
4.2	Kadar Abu.....	31
4.3	Warna.....	34
4.3.1	Warna Kerupuk Mentah .....	34
4.3.2	Warna Kerupuk Matang .....	36

4.4	Daya Kembang .....	38
4.5	Tekstur .....	40
4.6	Uji Organoleptik .....	43
4.6.1	Rasa .....	43
4.6.2	Kerenyahan .....	44
4.6.3	Warna .....	46
4.6.4	Penilaian Umum .....	48
4.7	Hasil Uji Efektifitas .....	49
4.8	Kadar Beta Karoten .....	50
4.9	Kenampakan Permukaan kerupuk Mentah Dan Matang....	51
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	52
5.1	Saran.....	52

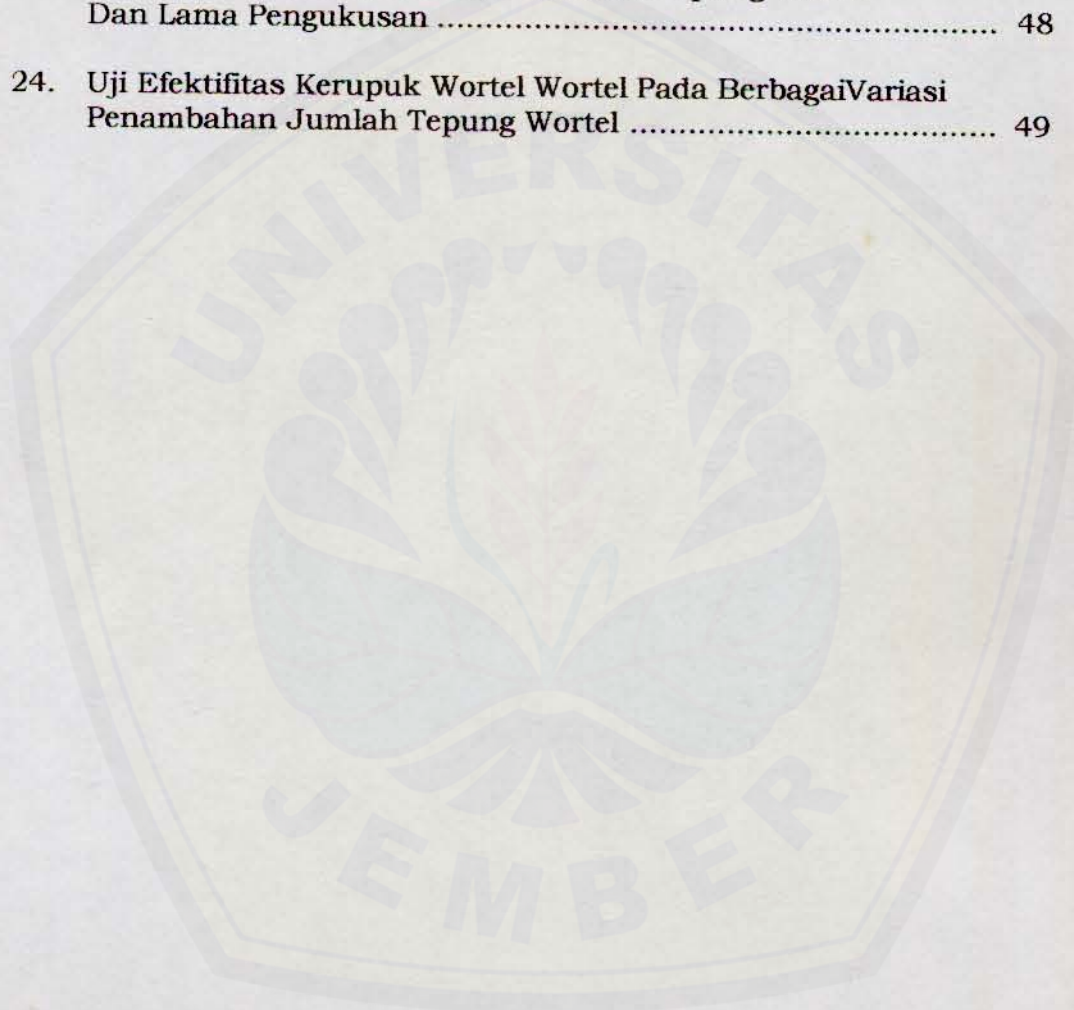
**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Komposisi Kimia Wortel Basah .....	6
2. Komposisi Kimia Tapioka per 100 Gram Bahan .....	9
3. Syarat Mutu Kerupuk Menurut SNI (Standart Nasional Indonesia).....	14
4. Sidik Ragam Kadar Air Kerupuk Wortel .....	29
5. Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Penambahan Jumlah Tepung Wortel .....	29
6. Sidik Ragam Kadar Abu Kerupuk Wortel .....	32
7. Uji Beda Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Penambahan Jumlah Tepung Wortel.....	32
8. Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel Mentah .....	34
9. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel Mentah Pada Berbagai Variasi Penambahan Jumlah Tepung Wortel.....	35
10. Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel Matang .....	36
11. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel Matang pada Berbagai Penambahan Jumlah Tepung Wortel.....	36
12. Sidik Ragam Daya Kembang Kerupuk Wortel.....	38
13. Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Penambahan Jumlah Tepung Wortel.....	38
14. Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan .....	39
15. Sidik Ragam Tekstur Kerupuk wortel .....	41
16. Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Penambahan Jumlah Tepung Wortel.....	41
17. Sidik Ragam Rasa Kerupuk Wortel .....	43
18. Uji Beda Rasa Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan.....	43
19. Sidik Ragam Kerenyahan Kerupuk Wortel .....	45

20.	Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel .....	46
21.	Uji Beda Warna Kerupuk Wortel pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	47
22.	Sidik Ragam Penilaian Umum Kerupuk Wortel.....	48
23.	Uji Beda Penilaian Umum Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	48
24.	Uji Efektifitas Kerupuk Wortel Wortel Pada Berbagai Variasi Penambahan Jumlah Tepung Wortel .....	49



**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Struktur Kimia Beta-Karoten .....	6
2. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Tepung Wortel.....	23
3. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Kerupuk Wortel.....	24
4. Histogram Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	31
5. Histogram Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	33
6. Histogram Warna Kerupuk Wortel Mentah Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	35
7. Histogram Warna Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	37
8. Histogram Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	40
9. Histogram Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan.....	42
10. Histogram Rasa Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan.....	44
11. Histogram Kerenyahan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	45
12. Histogram Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan.....	47
13. Histogram Penilaian Umum Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan .....	49
14. Foto Kenampakan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan.....	51

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Data Hasil Penelitian Kadar Air Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	57
2. Data Hasil Penelitian Kadar Abu Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	59
3. Data Hasil Penelitian Warna Kerupuk Wortel Mentah dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	61
4. Data Hasil Penelitian Warna Kerupuk Wortel Matang dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	63
5. Data Hasil Penelitian Daya Kembang Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	65
6. Data Hasil Penelitian Tekstur Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	67
7. Data Hasil Penelitian Rasa Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	69
8. Data Hasil Penelitian Warna Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	71
9. Data Hasil Penelitian Kerenyahan Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	73
10. Data Hasil Penelitian Penilaian Umum Kerupuk Wortel dengan Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan .....	75
11. Perhitungan Penentuan Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Beta- Karoten .....	77



**Fony Wahyu Liswati (991710101141), Pembuatan Kerupuk Wortel (Daucus carota L) dengan Variasi Jumlah Penambahan Tepung wortel dan Lama Pengukusan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Ir. Sih Yuwanti, MP (DPU) dan Triana Lindriati, ST (DPA).**

---

### RINGKASAN

Wortel (*Daucus carota L*) merupakan komoditas hortikultura yang kaya akan gizi dan nutrisi terutama vitamin A dan mempunyai sifat sebagai antioksidan. Wortel bersifat mudah rusak sehingga daya simpannya relatif pendek. Untuk itu perlu diupayakan diversifikasi produk wortel dengan pengolahan menjadi tepung wortel kemudian dibuat kerupuk wortel.

Kerupuk merupakan makanan ringan yang sangat digemari oleh masyarakat dan tersebar luas di seluruh wilayah Indonesia. Pada pembuatan kerupuk wortel, bahan dasar yang digunakan adalah tepung tapioka dengan bahan tambahan tepung wortel guna meningkatkan cita rasa dan nilai gizinya. Jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan akan mempengaruhi sifat kerupuk wortel yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan pada pembuatan kerupuk wortel terhadap sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan, serta menentukan jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan adonan kerupuk yang tepat sehingga diperoleh kerupuk wortel dengan sifat-sifat yang baik.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor, yaitu jumlah penambahan tepung wortel (faktor A) 3 level yaitu sebanyak 7 %, 12%, 17% dan lama pengukusan (faktor B) 2 level yaitu selama 30 menit dan 45 menit, masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang diamati meliputi; kadar air, kadar abu, warna kerupuk mentah, warna kerupuk matang, daya kembang, tekstur dan uji organoleptik (rasa, warna, kerenyahan dan penilaian umum). Data hasil pengamatan dilakukan uji varian dan apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*). Untuk menentukan perlakuan terbaik berdasarkan kesukaan penulis dilakukan dengan uji efektifitas. Hasil perlakuan terbaik diuji kadar Beta-karotennya.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan tepung wortel sangat berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, warna kerupuk mentah dan matang, daya kembang dan tekstur. Sedangkan lama pengukusan tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, warna kerupuk mentah dan matang dan tekstur. Tetapi berpengaruh terhadap daya kembang. Interaksi antara perlakuan penambahan tepung wortel dan lama pengukusan tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, warna kerupuk mentah dan matang, daya kembang dan tekstur. Perlakuan

A1B2 merupakan perlakuan terbaik dan paling disukai dengan uji organoleptik rasa 3,84; warna 3,96; kerenyahan 3,60; penilaian umum 3,92; kadar air 9,39%; kadar abu 2,44%; warna kerupuk mentah 47,17; warna kerupuk matang 56,82; daya kembang 69,75 %; tekstur 1,62 dan kadar Beta-karoten sebesar 0,0030% (*dry basis*).



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wortel (*Daucus carota L*) termasuk salah satu komoditas hortikultura yang mengandung vitamin A cukup tinggi dan produksinya melimpah di Indonesia. Selain kaya akan kandungan gizi dan nutrisi terutama vitamin A, wortel juga berkhasiat menyembuhkan berbagai jenis penyakit. Dari banyak khasiat tanaman wortel, khasiat yang penting sekali bagi kita adalah khasiat yang ada pada umbinya. Umbi wortel yang berwarna kuning kemerahan memiliki kadar Beta-karoten sebagai bahan pembentuk vitamin A atau disebut juga provitamin A yang tinggi yang memiliki sifat antioksidan. Mengingat manfaat vitamin A sangat besar terhadap proses penglihatan, sehingga mengkonsumsi wortel dianjurkan untuk menu sehari-hari. Selain itu wortel dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan makanan alternatif dalam pencegahan defisiensi vitamin A di Indonesia.

Produksi wortel di Indonesia mencapai 123,89 ton tiap hektar. Sebagai sayuran bukan musiman dengan nilai produksi yang mencapai angka tersebut di atas menjadikan wortel banyak ditemukan di pasar-pasar tradisional maupun supermarket (Rukmana, 1995).

Diversifikasi produk wortel di Indonesia masih belum banyak dikembangkan. Umbi wortel enak dan lezat untuk dijadikan lalap mentah ataupun dimasak, dibuat sayur capcay, sop, acar, pencampur *steak*, kare dan berbagai masakan lainnya. Di negara Eropa wortel banyak dikonsumsi dalam bentuk parutan, sirup wortel (*carrot juice*) dan olahan kering wortel. Wortel tergolong sayuran yang mudah rusak (*perishabel food*) sehingga perlu diolah menjadi suatu produk yang tahan lama disimpan, antara lain dibuat menjadi tepung. Pembuatan tepung wortel akan menguntungkan karena pemanfaatannya menjadi lebih luas sebagai campuran makanan, disamping daya simpannya yang tinggi dan kerusakan provitamin A juga berkurang. Tepung wortel dapat dimanfaatkan untuk bahan campuran pada berbagai aneka makanan



seperti makanan bayi, makanan kaleng, mie dan lain-lain. Sedangkan untuk pembuatan kerupuk belum dimanfaatkan secara luas.

Kerupuk adalah jenis makanan kering yang cukup populer di Indonesia dan disukai oleh masyarakat dari golongan ekonomi lemah sampai golongan ekonomi tinggi. Bagi masyarakat, kerupuk dikenal sebagai makanan ringan (camilan dan lauk pauk). Selain harganya yang relatif murah, kerupuk mempunyai daya tarik tersendiri karena sifatnya yang renyah sewaktu dimakan (Hariyadi, 1990).

Pada dasarnya bahan baku kerupuk adalah tepung berpati sehingga beberapa jenis bahan yang kaya pati seperti tepung tapioka, jagung, terigu, beras dan sebagainya telah banyak digunakan sebagai bahan untuk pembuatan kerupuk. Perbedaan jenis bahan baku akan mempengaruhi sifat-sifat kerupuk (Anonim, 2002).

Pemanfaatan tepung wortel dalam pembuatan kerupuk merupakan upaya diversifikasi komoditas wortel. Selain itu tepung wortel dapat memberi kontribusi vitamin A pada kerupuk sehingga dapat meningkatkan nilai gizi kerupuk.

## **1.2 Permasalahan**

Pembuatan tepung wortel merupakan salah satu alternatif untuk memperpanjang daya simpan wortel. Pemanfaatan tepung wortel dalam pembuatan kerupuk akan meningkatkan gizi dan kenampakan (warna) kerupuk. Penambahan tepung wortel pada pembuatan kerupuk akan mempengaruhi sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan. Selain itu komposisi bahan yang berbeda juga akan mempengaruhi lama pengukusan. Berdasarkan hal tersebut perlu diadakan penelitian pembuatan kerupuk dengan variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan yang akan menghasilkan kerupuk dengan sifat-sifat yang baik.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

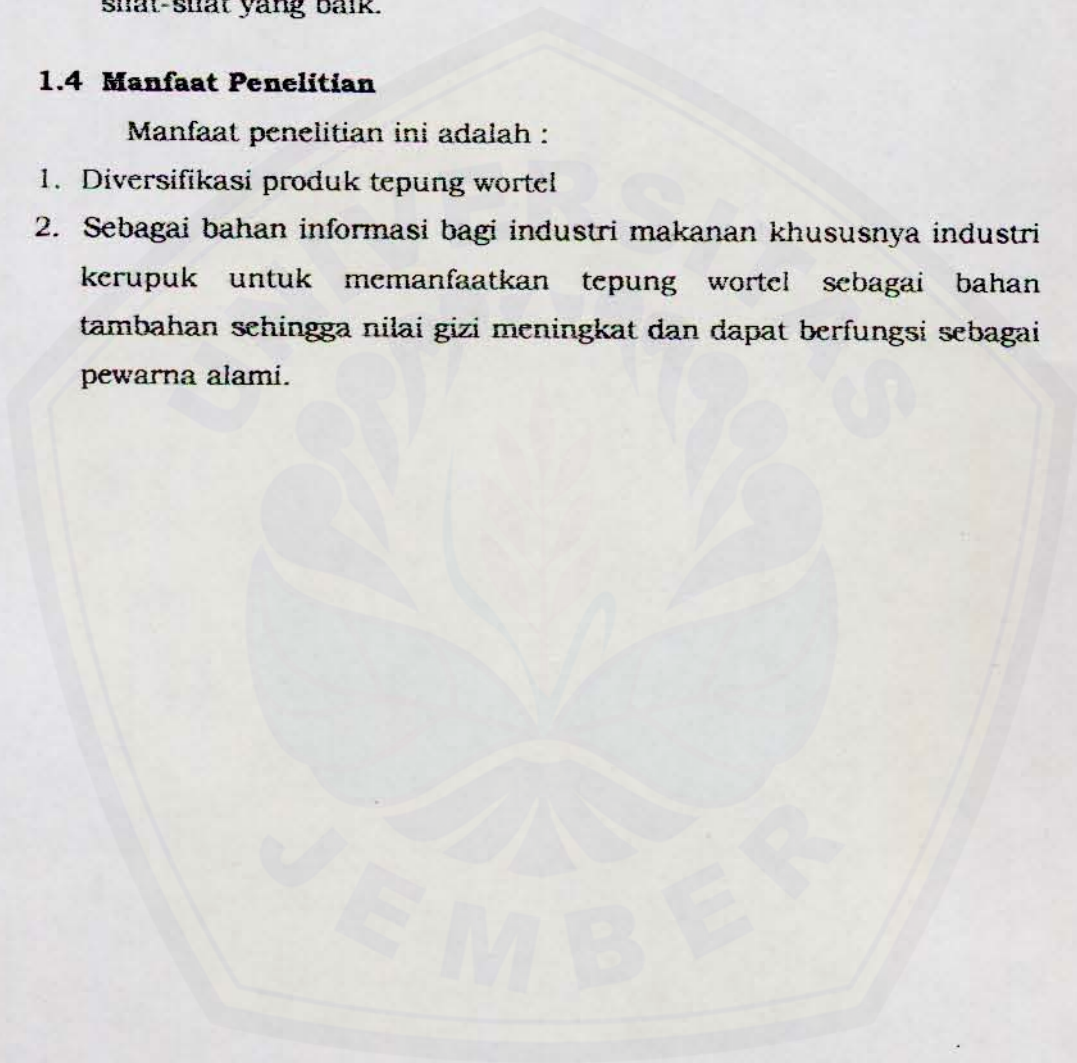
Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan terhadap sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan.
2. Menentukan jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan yang tepat sehingga diperoleh kerupuk wortel dengan sifat-sifat yang baik.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Diversifikasi produk tepung wortel
2. Sebagai bahan informasi bagi industri makanan khususnya industri kerupuk untuk memanfaatkan tepung wortel sebagai bahan tambahan sehingga nilai gizi meningkat dan dapat berfungsi sebagai pewarna alami.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Wortel

Wortel yang mempunyai nama ilmiah *Daucus carota L* merupakan tumbuhan sayur yang di tanam sepanjang tahun. Tanaman ini menyukai daerah bersuhu dingin dan lembab, seperti daerah pegunungan dengan ketinggian 1.200 m dpl. Jenis tanah yang cocok berupa tanah yang gembur dan subur. Sehingga sayuran ini termasuk dalam golongan sayuran dataran tinggi. Pemeliharaan selama pertumbuhan relatif mudah, hanya diperlukan pupuk kandang dan TSP serta penyiangan secara berkala. Luas perkebunan wortel di Indonesia berdasarkan hasil survei pertanian tanaman sayuran di Indonesia pada tahun 1991, mencapai 13.398 hektar yang tersebar di 16 propinsi. Sebagai sayuran bukan musiman dengan nilai produksi yang mencapai 123,89 ton/hektar menjadikan wortel banyak ditemukan di pasar-pasar tradisional maupun supermarket di Indonesia (Rukmana, 1995).

Wortel termasuk tanaman semusim yang berbentuk rumput. Daunnya menyirip ke dalam dan bunganya berupa bunga majemuk seperti payung berwarna putih dan coklat tua di bagian tengahnya. Batangnya pendek, basah dan merupakan sekumpulan pelepah (tangkai daun) yang muncul dari pangkal buah bagian atas sehingga berpenampilan seperti daun seledri. Umbi akarnya berwarna oranye dan berbau khas. Bila di makan, umbinya akan berasa manis pada awalnya yang kemudian berasa agak pedas (Muhlisah dan Hening, 1996). Dalam taksonomi tumbuhan, wortel diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub-Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Klas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Umbelliferales</i>
Famili	: <i>Umbelliferae (Apiaceae)</i>
Genus	: <i>Daucus</i>
Spesies	: <i>Daucus carota L.</i>



Wortel memiliki banyak varietas, karena tiap tahun perusahaan benih di dunia secara kontinyu menghasilkan varietas baru. Menurut Hendro (1984), wortel dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk umbinya kedalam 3 golongan, yaitu:

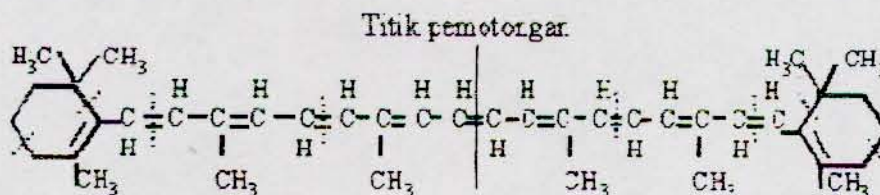
- a. Tipe Emperor, yaitu golongan wortel yang bentuk umbinya bulat panjang di ujung runcing, hingga mirip bentuk kerucut.
- b. Tipe Chantenay, yaitu golongan wortel yang bentuk umbinya bulat panjang dengan ujung tumpul dan tidak berakar serabut
- c. Tipe Nantes, yaitu golongan wortel yang mempunyai bentuk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

Wortel termasuk sayuran bernilai ekonomis penting di dunia. Produk wortel telah menjadi salah satu mata dagang komoditas pertanian antar negara. Permintaan pasar dunia pada masa mendatang diperkirakan akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, makin membaiknya pendapatan masyarakat dan makin tingginya kesadaran masyarakat akan nilai gizi. Hal ini akan berpengaruh terhadap meningkatnya permintaan komoditas sayuran, khususnya wortel.

Prospek pengembangan budidaya wortel di Indonesia amat cerah. Selain keadaan agroklimatologis wilayah nusantara cocok untuk wortel, juga akan berdampak positif terhadap peningkatan pendapatan petani, perbaikan gizi masyarakat, perluasan kesempatan kerja, pengembangan agribisnis, pengurangan impor dan peningkatan ekspor.

Warna oranye dari wortel disebabkan oleh adanya pigmen Beta-karoten yaitu salah satu jenis karotenoid yang menyebabkan warna kuning, oranye atau merah pada tumbuhan. Di bidang kesehatan, Beta-karoten di kenal sebagai prekursor vitamin A yang memiliki aktivitas 100% (Gross, 1991). Menurut Ali dan Rahayu (1994) sebagai salah satu vitamin yang sangat baik bagi kesehatan tubuh terutama untuk kesehatan mata, membantu proses reproduksi, membersihkan darah dan menguatkan gigi, Beta-karoten diubah menjadi vitamin A di dalam hati, kemudian ditransportasikan melalui pembuluh limpa ke bagian-

bagian tubuh yang memerlukan. Struktur kimia Beta-karoten dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Struktur Beta-karoten (Lehninger, 1982)**

Umbi wortel mengandung air (88,3%); protein (0,8%); lemak (0,4%); dan abu (0,8%). Disamping itu juga terdapat lecitine, phosphatide, glutamine, d-glukosa, malic acid, pektin, inesite dan gula dalam jumlah terbatas (Afriastini, 1991). Adapun komposisi kimia umbi wortel dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Komposisi Kimia Wortel Basah per 100 gr Bahan**

Komposisi	Kandungan
Kalori (kal)	42
Protein (gr)	1,2 gr
Lemak (gr)	0,3 gr
Karbohidrat (gr)	9,3
Air (gr)	88,2 gr
Kalsium (mg)	39 gr
Fosfor (mg)	37 mg
Besi (mg)	0,8 mg
Vitamin B1 (mg)	0,06 mg
Vitamin C (mg)	6,0 mg
Vitamin A (SI)	12.000 SI
Bagian dapat dimakan	88,00

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI 1981 dalam Rukmana (1995)

## 2.2 Tepung Wortel

Kadar air yang tinggi pada wortel (88,2%) akan mempercepat kerusakan sehingga mempunyai umur simpan yang relatif singkat, berkisar 7-8 hari. Oleh karena itu diperlukan usaha pengolahan untuk memperpanjang umur simpan wortel, yaitu dengan membuatnya menjadi tepung wortel. Tepung wortel adalah bubuk hasil penggilingan dari umbi wortel yang telah dikeringkan. Tepung wortel juga dapat



digunakan sebagai bahan pewarna alami untuk produk makanan. Berdasarkan uji penggunaan tepung wortel yang dicampur dengan tepung terigu dengan perbandingan berat yang sama, akan dihasilkan roti berkualitas baik dengan cita rasa yang enak (Anonim, 1992).

Menurut Ali dan Rahayu (2001), dengan adanya tepung wortel akan memungkinkan adanya diversifikasi produk dari wortel. Komposisi umbi wortel yang kaya serat, kemungkinan akan mempengaruhi karakteristik produk. Karakteristik yang dipengaruhi tersebut meliputi absorpsivitas air, elastisitas, warna dan rasa yang ditimbulkan. Salah satu bentuk pemanfaatan tepung wortel adalah dapat digunakan sebagai pewarna alami mie yang sekaligus akan menambah kandungan gizi provitamin A (Beta-karoten) pada mie. Tingginya kadar air dan vitamin A ini merupakan tantangan tersendiri dalam pengolahan wortel menjadi tepung.

Pengolahan wortel menjadi tepung meliputi proses pengupasan, pengirisan, blanching, penirisan, pengeringan, penggilingan dan pengayakan. Sortasi wortel dilakukan untuk menghindarkan kotoran, wortel yang busuk, dan wortel yang terkena penyakit. Wortel yang telah disortasi langsung dicuci dengan air bersih kemudian dikupas. Wortel kemudian diris-iris tipis dengan ukuran 2-3 mm seragam untuk memudahkan pengeringan. Sebelum diblanching, wortel direndam dalam larutan NaCl dengan konsentrasi 0,05% selama 15 menit. Larutan ini berfungsi untuk *firming agent* (pengeras tekstur) sehingga mempercepat proses pengeringan dan memperbaiki mutu tepung (Wahyudi, 1992).

Blanching (pengukusan) dilakukan setelah perendaman dalam larutan NaCl. Proses ini dilakukan selama 5 menit dengan uap air mendidih pada suhu 90°C. Tujuannya untuk menonaktifkan enzim karotenoksidase. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan bantuan sinar matahari atau menggunakan pengering oven dengan suhu sekitar 60°C. Irisan kering wortel kemudian dihancurkan (digiling) dengan blander atau penggiling lain hingga benar-benar homogen. Hasil gilingan ini kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh. Hasil ayakan

inilah yang kemudian disebut dengan tepung wortel yang berkualitas tinggi (Eko, 1992).

### 2.3 Tapioka

Tapioka merupakan salah satu hasil olahan dari ketela pohon (*Manihot utilissima* POHL) yang telah mengalami proses penanganan (pencucian, pengendapan, pengeringan, penggilingan dan pengayakan) (Somaatmadja, 1984). Warna tepung tapioka adalah putih, tidak berbau dan mengandung senyawa amilopektin yang mempunyai sifat kenampakan sangat jernih yang mampu meningkatkan penampilan, daya pemekatan tinggi, sehingga kebutuhan pemakaian relatif sedikit dan suhu gelatinisasi relatif rendah (Nirawan, 1992). Tepung dengan komponen utamanya pati merupakan struktur pokok atau bahan pengikat semua bahan dalam formula kerupuk. Pati berfungsi sebagai penentu dalam pengendalian tekstur dan reologi dalam kerupuk. Sifat ini ditentukan oleh adanya proses gelatinisasi dan retrogradasi dari pati. Jenis-jenis tepung yang umumnya digunakan dalam pembuatan kerupuk adalah tepung tapioka dan tepung terigu (Anonim, 2002).

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

Menurut Tjokroadikoesomo (1986), mempunyai sifat tapioka yaitu pada suhu normal pasta tidak mudah menggumpal dan menjadi keras, pada suhu yang lebih rendah pasta tidak mudah menjadi kental dan menjadi retak (pecah) dibandingkan dengan pati yang lain, memiliki daya pemekat yang tinggi karena kemampuannya untuk mudah pekat sehingga pemakaian pati dapat dihemat dan suhu gelatinisasi lebih rendah sehingga menghemat pemakaian energi.

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  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin sebagaimana amilosa mempunyai ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa pada rantai lurusnya serta ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa pada titik percabangannya. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4 – 5% dari keseluruhan ikatan yang ada pada amilopektin (Hodge dan Osman, 1976). Salah satu sifat penting dari pati adalah kemampuannya dalam membentuk gel (Winarno, 1984). Sifat ini akan berpengaruh terhadap proses pembuatan kerupuk terutama pada saat pengukusan yang diharapkan tapioka akan berperan dalam proses gelatinisasi yang sempurna, karena ukuran granula yang cukup besar dan kandungan amilopektin yang besar. Adapun komposisi kimia dari tepung tapioka dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Komposisi Kimia Tapioka Setiap 100 g Bahan**

Komponen	Kandungan (g)
Kalori	362 kalori
Karbohidrat	86,9
Protein	0,5
Lemak	0,3
Air	12,0

Sumber : Anonim (1981)

#### 2.4 Kerupuk

Kerupuk merupakan makanan khas orang Indonesia dan tersebar luas ke seluruh pelosok desa. Pada awalnya, kerupuk digunakan sebagai lauk dan kini ada kecenderungan sebagai makanan camilan (Nirawan, 1992). Kerupuk tidak hanya digemari di Indonesia, tetapi sudah dikenal di Belanda, Kanada, Perancis, Amerika Serikat dan negara-negara barat lainnya. Berbagai macam kerupuk dapat dijumpai di pasaran baik dalam keadaan mentah maupun sudah digoreng (Wahyudi, 1991).

Kerupuk dapat dibedakan dalam dua kelompok besar, yaitu kerupuk kasar dan kerupuk halus. Kerupuk kasar dibuat dari bahan

utama pati dengan ditambah bumbu-bumbu. Sedangkan kerupuk halus selain dibuat dari bahan dasar utama dan bumbu-bumbu, juga sering ditambahkan udang, ikan, susu atau telur ke dalamnya (Saraswati, 1986).

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 (Astawan dan Astawan, 1998). Dan menurut bentuknya, kerupuk dibagi menjadi dua kelompok yaitu kerupuk yang berbentuk mie atau bentuk lainnya dan bentuk kerupuk iris (Nirawan, 1992).

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

#### **2.4.1 Pembuatan adonan**

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

Pada pembuatan adonan ditambahkan air yang berfungsi untuk melarutkan garam serta untuk menghomogenkan bahan baku yang digunakan. Fungsi utama dari penambahan air panas adalah untuk mempermudah penyerapan butir-butir pati sehingga terjadi pengembangan granula pati. Penggunaan air panas agar bumbu dan air bisa masuk ke dalam granula dan pencampuran lebih mudah. Air panas dapat meningkatkan tenaga kinetik sehingga air lebih mudah masuk ke dalam granula, sehingga pada waktu pengukusan terjadi gelatinisasi

dengan baik karena pada waktu pengukusan jumlah air terbatas (Anonim, 2002).

Bumbu-bumbu yang ditambahkan alam adonan kerupuk sangat mempengaruhi citarasa kerupuk yang dihasilkan. Tujuan dari pemberian bumbu ini adalah untuk memperbaiki citarasa kerupuk yang dihasilkan. Untuk jenis dan jumlah bumbu-bumbu yang akan ditambahkan tergantung citarasa yang diinginkan (Basuki dan Anas, 1998). Penambahan gula dan garam dalam pembuatan kerupuk berfungsi sebagai penambah citarasa, memperkuat aroma dan juga memperkuat adonan. Banyaknya garam yang digunakan biasanya 0,5% - 3%. Pemakaian garam yang berlebihan akan menyebabkan tekstur kerupuk yang dihasilkan agak kasar (Winarno, 1984). Penambahan bawang putih dalam pembuatan kerupuk bertujuan untuk memberi aroma khas serta citarasa yang enak. Bawang putih mengandung komponen aktif yang memiliki efek fisiologis bagi tubuh. Komponen tersebut adalah allisin yang merupakan komponen minyak esensial yang bersifat antimikroba. Dengan adanya kandungan allisin yang sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan spora atau hifa dan germinasi pada khamir sehingga penambahan bawang putih pada pembuatan kerupuk dapat berfungsi sebagai pengawet.

#### **2.4.2 Pencetakan dan Pegukusan**

Pencetakan dilakukan untuk memberi bentuk dan ukuran produk kerupuk yang sesuai dengan keinginan. Pencetakan hampir sama dengan pembuatan dodolan, hanya saja pencetakan dilakukan dengan menggunakan cetakan sesuai dengan bentuk kerupuk yang akan dibuat. Sedangkan pembuatan dodolan dilakukan dengan menggulung adonan sampai berbentuk silinder.

Pengukusan dilakukan dengan tujuan agar pati mengalami proses gelatinisasi untuk pembentukan flavor, tekstur dan warna. Pemasakan awal akan mempermudah proses selanjutnya. Pengukusan dilakukan sampai adonan benar-benar matang yaitu apabila warna di dalam menjadi bening. Pada kondisi tersebut pati sudah mengalami gelatinisasi

secara sempurna dan mempunyai tekstur yang kenyal (Anonim 2002). Perubahan fisik yang terjadi setelah 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**

Tujuan dari pendinginan adalah agar pati terutama amilosa mengalami proses retrogradasi, sehingga gel pati menjadi mengeras dan mempermudah dalam proses pengirisan. Pendinginan dilakukan dengan cara adonan diangin-anginkan dan dihamparkan selama  $\pm$  12 jam atau hingga adonan cukup mengeras (Moeljanto, 1982).

#### **2.4.4 Pengirisan**

Pengirisan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran supaya penetrasi panas agar pengeringan berlangsung lebih cepat dan merata. Pengirisan dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam atau menggunakan alat pengiris. Tebal irisan kurang lebih 2 mm (Saraswati, 1986).

#### **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. Pengeringan kerupuk dilakukan dengan menggunakan sinar matahari (penjemuran) dilakukan selama 2-3 hari apabila cuaca cerah. Sedangkan pengeringan dengan menggunakan alat pengering dilakukan pada suhu 50-60°C. Pada proses pengeringan selama pembuatan kerupuk bertujuan untuk menurunkan kadar air antara 9-12%. Kadar air berpengaruh terhadap tekstur, kerenyahan dan pengembangan kerupuk selama penggorengan. Kadar air sekitar 9% diperlukan untuk pengembangan kerupuk dengan baik. Kadar air kurang dari 9%, jumlah uap air berkurang sehingga pengembangan kecil. Kadar air lebih dari 9%, minyak yang ada pada waktu penggorengan tidak mampu melepaskan semua yang ada sehingga tidak mengembang (Anonim, 2002).

#### 2.4.6 Penggorengan

Penggorengan merupakan tahap akhir proses pembuatan kerupuk, dimana minyak goreng berfungsi sebagai pemanas untuk meratakan suhu dan berperan sebagai pemberi rasa gurih dan menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan (Justica, 1994). Penggorengan kerupuk biasanya dilakukan di dalam wajan dengan jumlah minyak yang berlebihan (10 gr kerupuk dalam 620 ml minyak goreng) pada suhu penggorengan sekitar 200°C, dengan lama penggorengan sekitar 30 detik (Sockarto, 1997). Perubahan yang terjadi selama penggorengan antara lain; penguapan air, perubahan warna, tekstur dan aroma (Desrosier, 1988).

Proses pemasakan berlangsung oleh penetrasi panas dari minyak yang masuk kedalam bahan pangan. Permukaan lapisan luar (*outer zone surface*) akan berwarna coklat keemasan yang disebabkan oleh reaksi browning jenis Maillard dan karamelisasi (Ketaren, 1986).

#### 2.5 Mutu Kerupuk

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). 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 proses utama dalam pembuatan kerupuk. Dengan semakin banyaknya bahan tambahan akan menyebabkan tingkat penyerapan air oleh granula pati akan menurun (Moeljanto, 1982). Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas daya kembang kerupuk yang dihasilkan yaitu tipis tebalnya irisan kerupuk, perbandingan adonan dan cara pembuatan adonan, suhu, lama pengeringan dan kualitas tepung yang digunakan (Anonim, 1984). Kerupuk dikatakan baik bila 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 dkk, 1975).

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

Pilihan konsumen terhadap kerupuk umumnya adalah kenampakan yang utuh serta aman dikonsumsi selain nilai gizinya (Risanto dan Maryati, 1994). Menurut Desrosier (1998), konsumen melihat pentingnya nilai gizi makanan setelah harga, kenampakan dan rasa. Selain itu warna juga termasuk bagian yang penting dari suatu mutu pangan dalam penerimaan bahan pangan olahan oleh konsumen. Penggunaan tepung wortel sebagai pewarna alami dalam pembuatan kerupuk diharapkan dapat meningkatkan nilai keamanan kerupuk untuk dikonsumsi dengan tidak mengurangi mutu fisikokimia dan sensoris kerupuk tersebut. Syarat mutu kerupuk dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Syarat Mutu Kerupuk Udang Dan Kerupuk Ikan Menurut SNI No. 01-2714-1992/01-2713-1998**

<b>Kriteria uji</b>	<b>Kerupuk Udang</b>	<b>Kerupuk Ikan</b>
Kadar air (%) Maksimum	12,0	12,0
Kadar Protein (%) Minimum	4,0	5,0
Kadar Abu tidak larut dalam asam (%) Maksimum	1,0	1,0
Benda asing (%) Maksimum	1,0	1,0
Bau	Khas	Khas

Sumber: Anonim 2002



## **2.6 Perubahan- Perubahan Yang Terjadi Pada Proses Pembuatan Kerupuk**

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

### **2.6.1 Gelatinisasi Pati**

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). Gelatinisasi mengakibatkan peningkatan kelarutan 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 indrawi, dan peruraian pati oleh alfa-amilase air liur menghasilkan gula yang memberi atau menambah rasa manis (Haryadi, 1995).

Menurut Meyer (1973), proses gelatinisasi dimulai dengan terjadinya hidrasi pati, yaitu masuknya molekul air kedalam granula pati, air bisa berasal dari luar atau air yang berada di dalam bahan makanan tersebut. Dengan meningkatnya suhu suspensi pati, maka ikatan hidrogen di dalam pati dan air akan menurun, kemudian molekul air yang relatif kecil berpenetrasi kedalam molekul pati. Pada saat suhu meningkat, molekul air akan meningkat diantara molekul pati sehingga akan terjadi pengembangan granula pati. Mekanisme pengembangan tersebut disebabkan karena molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh adanya ikatan hidrogen makin melemah. Di lain pihak molekul-molekul air mempunyai energi kinetik yang lebih tinggi sehingga dengan mudah masuk ke dalam granula, tetapi ikatan hidrogen antar molekul air juga makin lemah. (Muchtadi; dkk, 1988). Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi

gelatinisasi adalah bentuk dan ukuran granula, kandungan amilosa dan amilopektin serta keadaan medium.

Pengembangan granula pati terjadi saat temperatur mulai meningkat dari 60°C sampai 80°C. Granula pati dapat menggelembung hingga volumenya lima kali lipat dari volume semula. Ketika ukuran granula pati membesar campurannya menjadi kental. Pada suhu kira-kira 85°C granula pati pecah dan isinya terdispersi merata keseluruh air disekelilingnya. Molekul berantai panjang mulai membuka dan terurai, sehingga campuran antara pati dan air menjadi kental membentuk sol (Gardjito;dkk, 1981). Gelatinisasi tersebut bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula (*irreversible*). Sedangkan suhu pada saat granula pati tersebut pecah dinamakan suhu gelatinisasi (Winarno,1997).

### 2.6.2 Retrogradasi

Menurut Winarno (1997), proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut retrogradasi. Retrogradasi dan sineresis pati terjadi pada tahap pendinginan. Bila pasta tersebut kemudian mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin di pinggir-pinggir luar granula. Dengan demikian mereka menggabungkan butir-butir pati yang membengkak untuk menjadi semacam jaringan-jaringan membentuk mikrokristal dan mengendap. Sebagian besar pati yang telah menjadi gel bila disimpan atau didinginkan untuk beberapa lama akan membentuk endapan kristal didasar wadahnya.

Pada keadaan amilosa membentuk struktur seperti kristal, sedangkan amilopektin sedikit atau sama sekali tidak mengalami retrogradasi. 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 (Priestly, 1997).

Pati yang telah dipanaskan dan telah mendingin kembali, sebagian airnya yang masih berada di bagian luar granula yang membengkak. Air ini mengadakan ikatan erat dengan molekul-molekul pati pada permukaan butir-butir pati yang membengkak, demikian juga dengan amilosa. Sebagian air yang telah dimasak tersebut berada dalam rongga-rongga jaringan yang terbentuk dari butir pati dan endapan amilosa (Winarno, 1997). Retrogradasi mengakibatkan sifat gel menjadi tegar (Haryadi, 1995).

### **2.6.3 Pengembangan Kerupuk**

Terjadinya pengembangan atau kemekaran kerupuk yang digoreng sangat terkait dengan peran amilopektin dalam bahan, dimana pada saat terjadi gelatinisasi, amilopektin tersebut akan memerangkap air dalam jumlah tertentu (Pontoh, 1986). 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 menyebabkan terjadinya penguapan air. Terjadinya penguapan air yang bertekanan tinggi tersebut akan mendesak jaringan gel untuk keluar sehingga terjadi pengembangan (Heid dan Joslyn, 1967). Akibatnya akan terjadi pengosongan ruang dalam jaringan pati yang nantinya akan membentuk kantung-kantung atau rongga-rongga udara pada kerupuk matangnya. Pada pati dengan kandungan amilopektin yang lebih tinggi akan menyebabkan air yang terikat dalam gel patinya akan lebih besar pula, sehingga mengakibatkan daya desak air terhadap jaringan gel pati menjadi lebih besar saat penggorengan dan daya kembang kerupuk akan semakin besar (Pontoh, 1986).

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). Sedangkan menurut Sockarto (1997), kerenyahan dan pengembangan maksimum dicapai pada kadar air 9 - 10 %. Penggorengan kerupuk mentah pada kadar air sangat rendah (sampai 6 %) dan sangat tinggi (13 % ke atas), hasil gorengannya tidak mengembang dan tidak renyah.

#### **2.6.4 Reaksi Pencoklatan (Browning)**

Pada proses pembuatan kerupuk, reaksi pencoklatan yang terjadi adalah Maillard dan karamelisasi. Reaksi Maillard terjadi pada tahap pengukusan, pengeringan dan penggorengan. Sedangkan karamelisasi hanya terjadi pada tahap penggorengan. Reaksi Maillard terjadi antara amina, asam amina, dan protein dengan gula reduksi, aldehida atau keton (Apandi, 1984). Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat, yang sering dikehendaki atau kadang-kadang dapat menjadi pertanda penurunan mutu (Winarno, 1997).

Proses karamelisasi terjadi jika gula dipanaskan diatas titik lelehnya dan berubah warnanya menjadi coklat disertai perubahan citarasa (Apandi, 1984). Karamelisasi diawali dengan dipecahnya setiap molekul sukrosa menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah molekul fruktosan (fruktosa yang kekurangan satu molekul air). Suhu yang tinggi mampu mengeluarkan sebuah molekul yang analog dengan fruktosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi, dan beberapa jenis asam timbul dalam campuran tersebut akan mencegah terjadinya ionisasi.

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

### 2.7 Hipotesis

Berdasarkan teori-teori diatas maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berpengaruh terhadap sifat-sifat kerupuk yang dihasilkan.
2. Pada jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan yang tepat dihasilkan kerupuk wortel dengan sifat-sifat baik.



### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan kerupuk wortel yaitu tepung wortel, tepung tapioka merk "99", garam, gula, bawang putih, air, minyak goreng Bimoli.

Bahan kimia yang digunakan untuk keperluan analisa meliputi; aquades dan etanol.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi; (1) peralatan untuk membuat tepung wortel dan kerupuk yang terdiri dari: timbangan, baskom plastik, pengaduk, dandang, telenan, pisau, kantong plastik, nampan, oven, ayakan, blander, alat penggoreng, kompor, (2) peralatan untuk analisa terdiri dari neraca analitis, krus porselin, eksikator, mortal, penjepit, penetrometer, spektrofotometer jenis Spektronik 21 D, colour reader CR-10, spatula, kertas saring, batang stirer, botol timbang dan alat-alat gelas.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2003 sampai bulan April 2004, di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

#### 3.3 Metode Penelitian

##### 3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu jumlah penambahan tepung wortel (faktor A) tiga level dan lama pengukusan (faktor B) dua level, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali:



Faktor A : Jumlah penambahan tepung wortel

A1 : 7 %

A2 : 12 %

A3 : 17 %

Faktor B : Lama pengukusan

B1 : 30 menit

B2 : 45 menit

Kombinasi perlakuan dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

A1B1          A1B2

A2B1          A2B2

A3B1          A3B2

Menurut Gaspersz (1991), model linier rancangan tersebut adalah :

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

Dengan :

$$i \quad k = 1, 2, 3 \quad i = 1, 2, 3 \quad j = 1, 2$$

Keterangan :

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan (organoleptik, sifat fisik dan sifat kimia) dari kelompok kerupuk ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor A, taraf ke-j dari faktor B

$\mu$  = nilai rata-rata pengamatan (organoleptik, sifat fisik dan sifat kimia sebenarnya).

$\alpha_i$  = pengaruh faktor A pada level ke-i

$\beta_j$  = pengaruh faktor B pada level ke-j

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

$R_k$  = pengaruh kelompok ke-k

$E_{ijk}$  = pengaruh galat percobaan pada kelompok kerupuk ke-k yang memperoleh taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B.

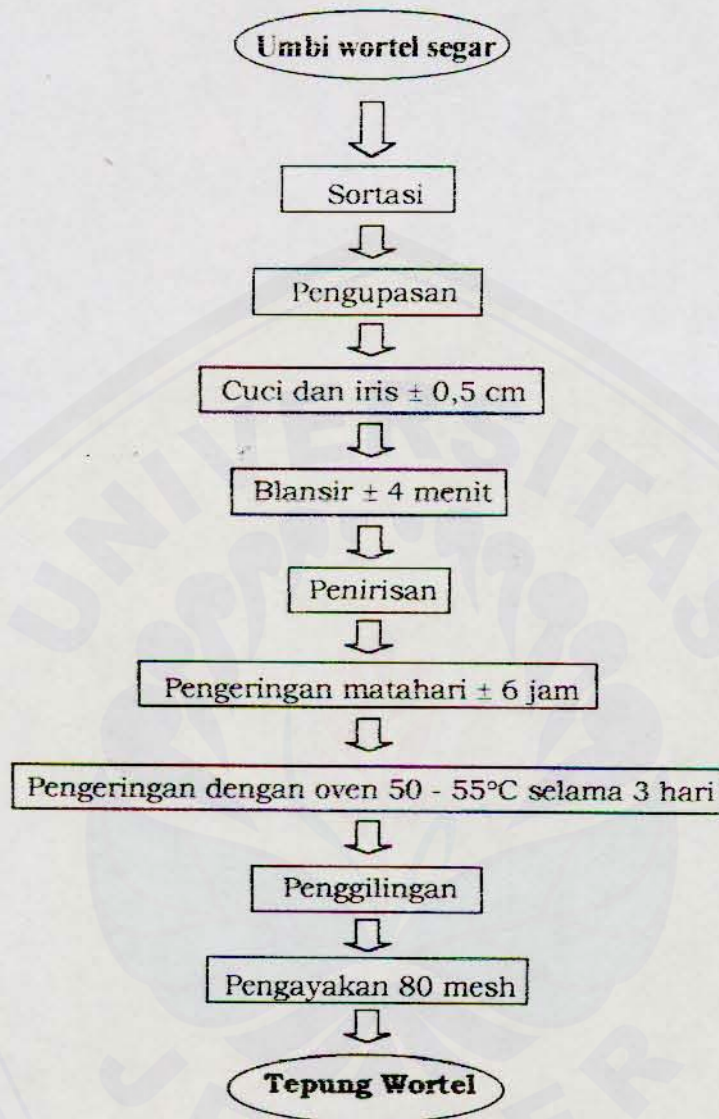
Data yang diperoleh dianalisa dengan sidik ragam. Bila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan. Untuk menentukan perlakuan terbaik dari masing-masing kerupuk digunakan uji efektifitas.

### 3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

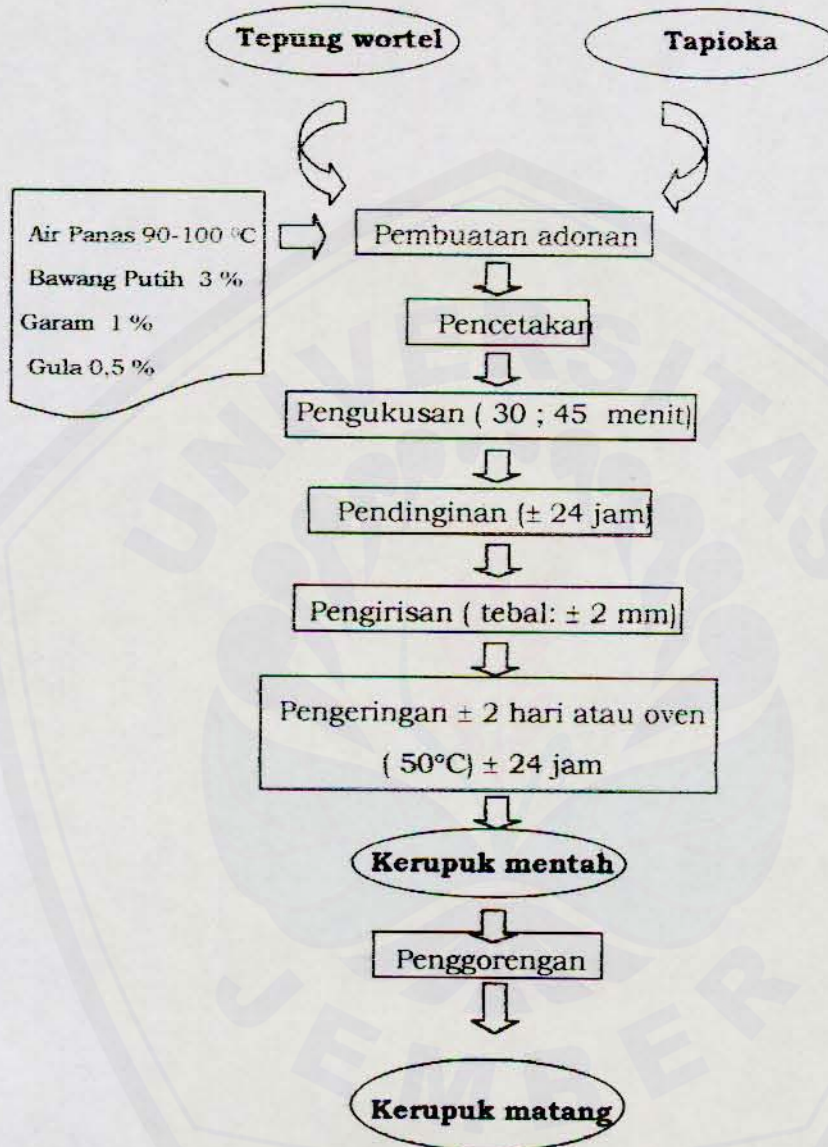
Penelitian ini diawali dengan pembuatan tepung wortel. Wortel dikupas dengan tujuan untuk membersihkan wortel dari kotoran dan mempercerah warna tepung wortel. Selanjutnya wortel dicuci dan diiris dengan ukuran  $\pm 0,5$  cm. Kemudian di rendam selama 15 menit dalam larutan NaCl 0,05 %. Setelah itu wortel diblansir selama  $\pm 4$  menit, ditiriskan dan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama  $\pm 6$  jam. Kemudian dilanjutkan dengan pengovenan selama tiga hari. Setelah kering dilakukan penepungan/penggilingan dengan menggunakan alat penggiling tepung dan diayak dengan 80 mesh.

Pada pembuatan kerupuk wortel dimulai dengan menyiapkan tepung wortel sebanyak 7 %, 12 % dan 17 % yang setara dengan 30 gr, 40 gr, 50 gr wortel segar (perhitungan dapat dilihat pada **Lampiran 11**). Selanjutnya dibuat adonan kerupuk dengan bahan dasar tepung tapioka dan tepung wortel dan ditambahkan garam, gula, bawang putih dan air panas sebanyak 70 ml dengan suhu  $90^{\circ}\text{C}$  -  $100^{\circ}\text{C}$ . Kemudian seluruh bahan diaduk sampai kalis sehingga terbentuk adonan yang homogen. Adonan dimasukkan ke dalam selongsong plastik berbentuk silinder dan dikukus selama 30 dan 45 menit. Setelah adonan matang, didinginkan selama  $\pm 24$  jam dengan tujuan untuk mendorong terjadinya retrogradasi pati sehingga terbentuk gelondong adonan yang padat dan keras namun elastis sehingga mudah diiris. Selanjutnya dilakukan pengirisan setebal  $\pm 2$  mm dan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 2 hari atau dalam oven dengan suhu  $50-60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air kerupuk. Setelah kerupuk kering, maka digoreng sampai kuning kecoklatan. Proses pembuatan tepung wortel dan kerupuk wortel seperti terlihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.





**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Tepung Wortel**



**Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Kerupuk Tepung Wortel**

### 3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi:

#### A. Kerupuk Mentah

1. Kadar air (metode pemanasan/ thermogravimetri)
2. Kadar abu (Cara langsung, Sudarmadji dkk, 1997)
3. Warna (Colour Reader CR-10)
4. Daya kembang (Seed Displacement Test)

#### B. Kerupuk Matang

1. Warna ( kecerahan/ Colour Reader CR-10)
2. Tekstur (Penetrometer)
3. Uji Organoleptik meliputi: rasa (uji kesukaan), kerenyah (uji kesukaan), warna (uji kesukaan), penilaian umum (uji kesukaan) (Soewarno, 1988).
4. Uji Efektifitas
5. Kadar Beta-Karoten

#### C. Kenampakan Permukaan Kerupuk Wortel Mentah dan Matang (Metode Pemotretan)

### 3.5 Prosedur Analisis

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

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode pemanasan atau themogravimetri, yaitu dengan cara: menimbang botol timbang yang dikeringkan dan didinginkan dalam eksikator (a gr), kemudian menimbang kerupuk yang telah dihaluskan sebanyak  $\pm 2$  g bersama botol timbangnya (b gr).

Selanjutnya dilakukan pengovenan pada suhu  $100^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang kembali. Perlakuan ini diulangi hingga tercapai berat konstan (c gr), apabila selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg atau 0,0002 g.

**Perhitungan :**

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

### 3.5.2 Kadar Abu (Cara langsung, Sudarmadji dkk, 1997)

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

Menimbang sebanyak 10 gr sampel yang sudah dihaluskan dan dihomogenkan dalam krus tersebut (b gr). 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 500°C.

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

#### Perhitungan :

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

### 3.5.3 Warna (Kecerahan/ Colour Reader CR-10, Fardiaz. 1985)

Pengamatan sifat fisik yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengukuran didasarkan pada perbedaan warna kerupuk wortel mentah dan matang. Setelah alat dihidupkan, dilakukan pengukuran dengan menempelkan ujung lensa keatas kerupuk wortel secara acak setelah menu target muncul dilayar dan akan diketahui nilai L. Pengukuran dilakukan 3 kali ulangan

Keterangan :

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

### 3.5.4. Daya Kembang (dengan Seed Displacement Test)

Tingkat pengembangan kerupuk wortel dinyatakan sebagai selisih volume setelah penggorengan (V2) dengan volume sebelum penggorengan (V1) dibagi dengan volume sebelum penggorengan (V1) dikalikan 100 %. Caranya yaitu dengan mengisi wadah dengan biji-bijian hingga penuh

Kemudian kerupuk mentah dimasukkan kedalam wadah berisi biji-bijian hingga terdapat biji yang tumpah. Setelah itu menghitung volume biji yang tumpah, sehingga akan diketahui volume kerupuk mentah. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap kerupuk matang. Volume kerupuk matang ( $V_2$ ) akan diketahui.

**Perhitungan :**

$$\text{Daya kembang} = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \times 100\%$$

### 3.5.5 Tekstur ( Penetrometer)

Tekstur kerupuk diukur dengan menggunakan alat penetrometer. Penusukan dilakukan dengan menggunakan jarum penetrometer sebanyak 5 kali pada 5 tempat. Tekstur diukur dengan waktu tertentu yang tetap dengan 3 kali ulangan. Kekerasan dinyatakan dalam 0,1 mm/g/ 5 det.

### 3.5.6 Penilaian Organoleptik (Soekarto, 1985)

Penilaian organoleptik terhadap rasa, kerenyahan, warna dan penilaian umum dilakukan dengan uji hedonik dengan menggunakan 25 panelis tidak terlatih. Skala yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Sangat tidak suka
2. Tidak suka
3. Agak suka
4. Suka
5. Sangat suka

### 3.5.7 Prosedur Uji Efektifitas

Prosedur penentuan perlakuan terbaik didasarkan pada metode indeks efektifitas (De Garmo, 1984). Prosedur perhitungan adalah dengan cara menentukan bobot nilai masing- masing parameter dengan angka relatif 0-1. Dimana bobot nilai tergantung dari kepentingan masing-masing parameter yang hasilnya diperoleh sebagai akibat perlakuan (sifat organoleptik). Selanjutnya mengelompokkan parameter-parameter yang dianalisa menjadi 2 kelompok, yaitu: kelompok A terdiri

dari parameter yang semakin tinggi reratanya semakin baik dan kelompok B terdiri dari parameter yang semakin rendah reratanya semakin jelek. Kemudian mencari bobot normal parameter yaitu nilai bobot variabel dibagi total bobot normal. Setelah itu menghitung nilai efektifitas. Untuk parameter dengan rerata semakin tinggi semakin baik, nilai terendah sebagai nilai terjelek. Sedangkan untuk menghitung nilai hasil semua parameter yaitu nilai efektifitas dikali bobot normal. Kombinasi yang mempunyai nilai tertinggi dinyatakan sebagai perlakuan terbaik. Rumus untuk uji Efektifitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Bobot Normal} = \frac{\text{Bobot variabel}}{\text{Total bobot normal}}$$

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{Nilai hasil perlakuan} - \text{Nilai data terjelek}}{\text{Nilai data terbaik} - \text{Nilai data terjelek}} \times \text{Bobot normal}$$

### 3.5.8 Kadar Beta-karoten (Metode Spektrofotometri)

Penentuan kadar Beta-karoten dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer (Sudarmadji;dkk.1992). Bahan dihaluskan dan ditimbang 2-5 gr, kemudian ditambah etanol 10 ml dan di stirrer selama 10 menit, selanjutnya disaring. Ekstraksi ini dilakukan dua kali. Hasil filtrat digabung dan ditera 25 ml, kemudian filtrat dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 453 nm untuk menentukan kandungan Beta-karoten.

$$\text{Beta - karoten (mg/g)} = \frac{\text{Abs} \times 1\% \times V \times 1000 \text{ mg/g}}{2620 \times \text{berat sampel}}$$

Abs = Absorbansi

V = Volume filtrat setelah ditera (25 ml)

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Kadar Air

Hasil pengamatan kadar air kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antar 9,228% sampai 12,136% (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 1**). Hasil sidik ragam kadar air kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4. Sidik Ragam Kadar Air Kerupuk Wortel.**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat Tengah			5%	1%	
Ulangan	2	0.111	0.056	0.112	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	19.704	3.941	7.920	**	3.326	5.636
A	2	18.802	9.401	18.894	**	4.103	7.559
B	1	0.518	0.518	1.041	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.384	0.192	0.385	ns	4.103	7.559
Galat	10	4.976	0.498				
Total	17	24.791					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

Dari **Tabel 4** dapat diketahui bahwa jumlah penambahan tepung wortel (perlakuan A) berpengaruh sangat nyata dan lama pengukusan (perlakuan B) tidak berpengaruh terhadap kadar air kerupuk wortel. Sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Hasil uji beda kadar air kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel disajikan pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Penambahan Jumlah Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	9.31	a
A2	10.97	a
A3	11.76	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 5** terlihat bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dibandingkan perlakuan A1 dan A2, tetapi A1 dan A2 tidak berbeda nyata. Kadar air tertinggi pada perlakuan A3 dan terendah pada perlakuan A1. Adanya peningkatan jumlah penambahan tepung wortel dalam adonan kerupuk mengakibatkan peningkatan kadar air. Hal ini disebabkan karena tepung wortel mengandung serat yang cukup tinggi yang bersifat menyerap air sehingga kadar air dalam kerupuk semakin meningkat seiring dengan adanya penambahan presentase tepung yang ditambahkan.

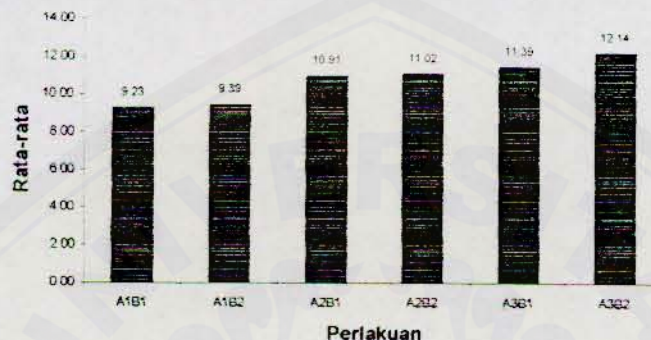
Menurut Winarno (1998), serat makanan mempunyai sifat menyerap air sehingga semakin tinggi kandungan serat makanan, maka kadar airnya akan cenderung meningkat. Wortel menurut Bennion (1995) mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Pemanasan selulosa dapat mengakibatkan pengurangan hidrogen secara terbatas sehingga menyebabkan pengembangan lebih besar karena kandungan bentuk kristal menurun dan kandungan air meningkat. Pada proses pengeringan kandungan air pada kerupuk akan diturunkan, namun adanya serat akan menghambat proses penguapan air dari bahan sehingga kadar air kerupuk setelah pengeringan akan lebih tinggi.

Dari **Gambar 4** terlihat bahwa perlakuan B2 (lama pengukusan 45 menit) menghasilkan kadar air kerupuk wortel lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B1 (lama pengukusan 30 menit). Hal ini disebabkan pada proses pengukusan kerupuk terjadi peristiwa gelatinisasi yang disertai proses pemerangkapan air oleh granula pati yang mengembang, sehingga semakin banyak granula pati yang tergelatinisasi tentu akan semakin banyak pula jumlah air yang terperangkap didalamnya akibatnya kadar airnya menjadi lebih tinggi.

Menurut Winarno (1984), dalam proses gelatinisasi adonan kerupuk, selain dibutuhkan suhu tertentu juga dibutuhkan waktu tertentu untuk mencapai gelatinisasi pati secara sempurna pada seluruh bagian adonan. Menurut Biliaderis (1997), semakin lama waktu pengukusan, maka pati akan tergelatinisasi lebih sempurna sehingga air yang terserap akan semakin banyak dan mengakibatkan kadar air



semakin tinggi. Jika pengukusan berlangsung lama maka pati makin masak sehingga makin renggang ikatan H yang pada akhirnya banyak yang terlepas. Hal ini menjadikan pati makin kurang kompak dan semakin banyak gugus yang mengikat air sehingga semakin sulit air terlepas akibatnya kadar air semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada waktu pengukusan selama 45 menit menunjukkan kadar air lebih tinggi daripada waktu pengukusan selama 30 menit.



**Gambar 4. Histogram Kadar Air Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Dari **Gambar 4** menunjukkan bahwa perlakuan A3B2 menghasilkan kerupuk wortel dengan kadar air paling tinggi yaitu sebesar 12.136%. Sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan A1B1 yaitu sebesar 9,228%. Hal ini disebabkan perlakuan A3B2 mempunyai kandungan serat lebih tinggi dan lama pengukusan lebih lama dibandingkan perlakuan A1B1. Kadar air kerupuk wortel tersebut sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Kadar Air (%) maksimum yang ditetapkan SNI sebesar 12 %.

#### 4.2 Kadar Abu

Kadar abu dapat menunjukkan kadar total mineral suatu bahan makanan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan 2 macam garam yaitu garam organik dan anorganik. Secara kuantitatif kandungan abu dalam kerupuk berasal dari unsur-unsur mineral yang ada dalam bahan dasar yang digunakan. Sehingga faktor yang

mempengaruhi kenaikan kadar abu adalah penggunaan tepung wortel yang ditambahkan. Kadar abu biasa digunakan sebagai parameter untuk menentukan kemurnian suatu produk pangan. Semakin tinggi kadar abu suatu produk pangan jika dibandingkan dengan standar mutunya kemurnian produk tersebut semakin rendah.

Hasil pengamatan kadar abu kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 2,347% sampai 4,515% (data pengamatan dan perhitungan di **Lampiran 2**). Hasil sidik ragam kadar abu kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6. Sidik Ragam Kadar Abu Kerupuk Wortel.**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat	Tengah		5%	1%	
Ulangan	2	0.167	0.084	0.949	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	9.115	1.823	20.711	**	3.326	5.636
A	2	8.056	4.028	45.759	**	4.103	7.559
B	1	0.339	0.339	3.847	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.721	0.360	4.095	ns	4.103	7.559
Galat	10	0.880	0.088				
Total	17	10.163					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

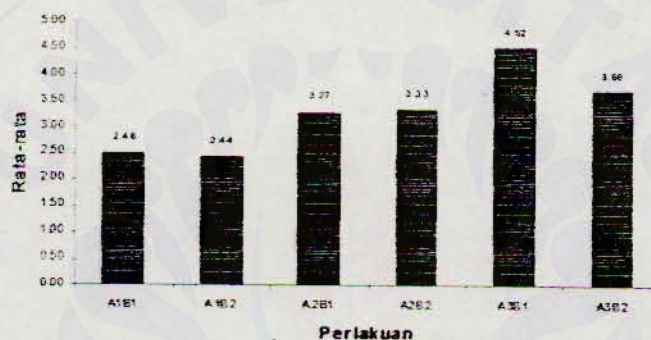
Dari **Tabel 6** dapat diketahui bahwa jumlah penambahan tepung wortel (perlakuan A) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu kerupuk wortel dan lama pengukusan (perlakuan B) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu. Sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Hasil uji beda kadar abu kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel disajikan pada **Tabel 7**.

**Tabel 7. Uji Beda Kadar abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	2.46	a
A2	3.30	b
A3	4.10	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 7** terlihat bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan A1 dan A2. Kadar abu tertinggi pada perlakuan A3 dan terendah pada perlakuan A1. Adanya peningkatan jumlah penambahan tepung wortel didalam adonan kerupuk menyebabkan peningkatan kadar abu. Kadar abu kerupuk wortel dipengaruhi oleh kadar abu tepung yang digunakan, dimana pada wortel tersebut mengandung unsur-unsur mineral yang cukup tinggi yang diantaranya adalah kalsium, fosfor dan besi (Rukmana, 1995). Adapun histogram kadar abu pada berbagai penambahan tepung wortel dan lama pengukusan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5. Histogram Kadar Abu Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Dari **Gambar 5** terlihat bahwa kadar abu tertinggi pada perlakuan A3B1 yaitu sebesar 4,52 dan kadar abu terendah pada perlakuan A1B2 sebesar 2,44. Kadar abu meningkat seiring dengan penambahan persentase tepung wortel yang ditambahkan. Sedangkan lama pengukusan selama 30 menit (B1) dan 45 menit (B2) tidak mempengaruhi kadar abu kerupuk wortel.

### 4.3 Warna

Warna (kecerahan) merupakan salah satu sifat fisik yang penting pada produk pangan karena berkaitan dengan tingkat penerimaan konsumen. Warna kerupuk yang diamati pada penelitian ini merupakan warna kerupuk mentah (sebelum digoreng) dan warna kerupuk matang (sesudah digoreng). Pengamatan dilakukan dengan menggunakan colour reader untuk mencari nilai L ( nilai berkisar 0-100 yang menunjukkan warna hitam sampai putih).

#### 4.3.1 Warna Kerupuk Mentah

Hasil pengamatan warna (kecerahan) kerupuk wortel mentah pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 45,13 sampai 47,58 (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 3**). Hasil sidik ragam warna kerupuk wortel mentah dapat disajikan pada **Tabel 8**.

**Tabel 8. Sidik Ragam Warna Mentah Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat Kuadrat Tengah		F-Hitung	F-Tabel		
					5%	1%	
Ulangan	2	0.484	0.242	1.428	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	11.936	2.387	14.071	**	3.326	5.636
A	2	10.854	5.427	31.990	**	4.103	7.559
B	1	0.638	0.638	3.763	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.443	0.222	1.307	ns	4.103	7.559
Galat	10	1.697	0.170				
Total	17	14.117					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

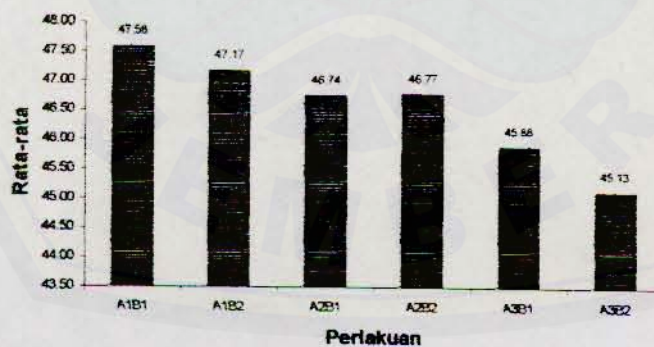
Dari **Tabel 8** dapat diketahui bahwa jumlah penambahan tepung wortel (perlakuan A) berpengaruh sangat terhadap warna mentah kerupuk wortel dan lama pengukusan (perlakuan B) tidak berpengaruh nyata terhadap warna mentah kerupuk wortel. Sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Hasil uji beda warna mentah kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel disajikan pada **Tabel 9**.

**Tabel 9. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel Mentah Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	47.37	a
A2	46.76	b
A3	45.51	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 9** terlihat bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A2. Nilai warna kerupuk mentah tertinggi pada perlakuan A1 dan terendah pada perlakuan A3. Adanya peningkatan jumlah penambahan tepung wortel nilai warna kerupuk makin rendah yang berarti menunjukkan warna kerupuk cenderung makin gelap. Sedangkan penambahan tepung wortel yang lebih sedikit berwarna lebih cerah. Hal tersebut disebabkan oleh bahan dasar tambahan yang digunakan yaitu tepung wortel. Tepung wortel memiliki warna kemerahan. Sehingga semakin banyak penambahan tepung wortel menyebabkan warna kerupuk semakin gelap (coklat kemerahan). Selain itu pada proses pengukusan terjadi reaksi pencokelatan nonenzimatis jenis Maillard. Reaksi maillard terjadi antara protein dan gula reduksi sehingga menghasilkan warna coklat. Adapun histogram dari warna mentah kerupuk wortel dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6. Histogram Warna Mentah Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Dari **Gambar 6** terlihat bahwa nilai warna tertinggi dihasilkan pada perlakuan A1B1 yaitu sebesar 47,58 dan nilai warna terendah pada perlakuan A3B2 sebesar 45,13.

#### 4.3.2 Warna Kerupuk Matang

Hasil pengamatan warna (kecerahan) kerupuk wortel matang pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 53,80 sampai 57,82 (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 4**). Hasil sidik ragam warna kerupuk wortel matang dapat disajikan pada **Tabel 10**.

**Tabel 10. Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel Matang**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat Kuadrat Tengah		F-Hitung	F-Tabel		
					5%	1%	
Ulangan	2	1.002	0.501	0.656	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	30.685	6.137	8.031	**	3.326	5.636
A	2	27.506	13.753	17.998	**	4.103	7.559
B	1	2.226	2.226	2.913	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.953	0.477	0.624	ns	4.103	7.559
Galat	10	7.641	0.764				
Total	17	39.328					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

Dari **Tabel 10** dapat diketahui bahwa jumlah penambahan tepung wortel (perlakuan A) berpengaruh sangat nyata terhadap warna matang kerupuk wortel dan lama pengukusan (perlakuan B) tidak berpengaruh nyata terhadap warna matang kerupuk wortel. Sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Hasil uji beda warna matang kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel disajikan pada **Tabel 11**.

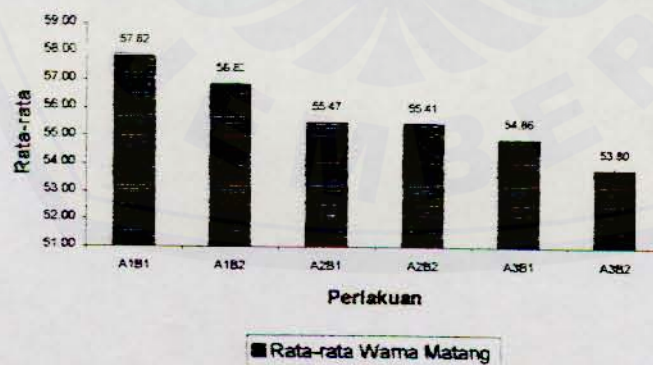
**Tabel 11. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	57.32	a
A2	55.44	b
A3	49.51	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 11** terlihat bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A2. Nilai warna kerupuk matang tertinggi pada perlakuan A1 dan terendah pada perlakuan A3. Adanya peningkatan jumlah penambahan tepung wortel nilai warna kerupuk makin rendah yang berarti menunjukkan warna kerupuk cenderung makin gelap. Sedangkan penambahan tepung wortel yang lebih sedikit berwarna kuning kecoklatan. Hal tersebut disebabkan oleh bahan dasar tambahan yang digunakan yaitu tepung wortel. Sehingga semakin banyak penambahan tepung wortel menyebabkan warna kerupuk semakin gelap. Selain itu pada proses penggorengan terjadi reaksi pencoklatan nonenzimatis jenis Maillard dan karamelisasi. Reaksi maillard terjadi antara protein dan gula reduksi sehingga menghasilkan warna coklat. Sedangkan karamelisasi terjadi karena pada adonan kerupuk ditambahkan gula. Karamelisasi terjadi jika gula dipanaskan diatas titik lelehnya dan berubah warnanya menjadi coklat disertai perubahan citarasa.

Warna pada kerupuk matang lebih cerah dibandingkan pada kerupuk mentah. Karena pada saat penggorengan pigmen Beta-Karoten pada kerupuk wortel mengalami kerusakan sehingga warna lebih cerah. Hal ini disebabkan karena Beta-Karoten bersifat larut dalam lemak/minyak dan memiliki titik lebur  $176^{\circ}\text{C}$ -  $183^{\circ}\text{C}$ . Selain itu Beta-karoten mudah teroksidasi oleh panas dan oksigen (Priestly, 1979).



**Gambar 7. Histogram Warna Kerupuk Wortel Matang pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Pada **Gambar 7** terlihat bahwa nilai warna tertinggi dihasilkan pada perlakuan A1B1 yaitu sebesar 57,82 dan nilai warna terendah pada perlakuan A3B2 sebesar 53,80.

#### 4.4 Daya Kembang

Hasil pengamatan daya kembang kerupuk wortel matang pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 31,946% sampai 69,737% (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 5**). Hasil sidik ragam daya kembang kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 12**.

**Tabel 12. Sidik Ragam Daya Kembang Kerupuk Wortel Matang**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat	Tengah		5%	1%	
Ulangan	2	100.525	50.263	2.910	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	3974.559	794.912	46.015	**	3.326	5.636
A	2	3849.745	1924.873	111.426	**	4.103	7.559
B	1	104.599	104.599	6.055	*	4.965	10.044
A x B	2	20.215	10.107	0.585	ns	4.103	7.559
Galat	10	172.749	17.275				
Total	17	4247.833					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

Dari **Tabel 12** terlihat bahwa jumlah penambahan tepung wortel (perlakuan A) berpengaruh sangat nyata dan lama pengukusan (perlakuan B) berpengaruh nyata terhadap daya kembang kerupuk wortel. Sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Uji beda daya kembang kerupuk wortel pada berbagai jumlah penambahan tepung wortel disajikan pada **Tabel 13**.

**Tabel 13. Uji Beda Daya Kembang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel.**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	68.35	a
A2	59.70	a
A3	33.92	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



Dari **Tabel 13** menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan A2, tetapi perlakuan A1 dan A2 tidak berbeda nyata. Daya kembang tertinggi pada perlakuan a1 dan terendah pada perlakuan A2. Adanya penambahan tepung wortel yang semakin besar dalam adonan kerupuk menyebabkan kerupuk wortel yang dihasilkan semakin kurang mengembang. Hal ini disebabkan bahwa dengan meningkatnya kandungan tepung wortel dalam adonan kerupuk menyebabkan jumlah pati semakin kecil. Semakin kecil kandungan pati, maka kandungan amilopektinnya juga semakin kecil, sehingga kadar air kerupuk mentah juga semakin kecil. Hal ini yang menyebabkan volume pengembangan kerupuk semakin berkurang. Selain itu diduga karena adanya kandungan serat pada tepung wortel yang berinteraksi dengan pati sehingga membentuk massa yang lebih massive atau padat, sehingga daya kembang menjadi berkurang. Sedangkan jika kandungan patinya lebih besar, maka daya kembangnya juga semakin besar. Hal ini disebabkan air yang terikat pada gel tapioka lebih besar daripada gel wortel. Uji beda daya kembang kerupuk wortel pada berbagai lama pengukusan disajikan pada **Tabel 14**.

**Tabel 14. Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	51.58	a
B2	56.40	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 14** terlihat bahwa perlakuan B2 (dengan lama pengukusan 45 menit) memiliki daya kembang yang lebih besar dibandingkan perlakuan B1 (dengan lama pengukusan 30 menit). Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama pengukusan pati akan tergelatinisasi sempurna dan jumlah air yang terperangkap lebih banyak, sehingga mengakibatkan daya kembang kerupuk semakin besar.



**Gambar 8. Histogram Daya Kembang Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Dari **Gambar 8** menunjukkan bahwa adanya tepung wortel dalam adonan kerupuk menyebabkan daya kembangnya semakin berkurang. Serta lama pengukusan 45 menit menyebabkan daya kembang kerupuk wortel yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan perlakuan pengukusan 30 menit. Hal ini dapat terlihat bahwa nilai daya kembang tertinggi dihasilkan pada perlakuan A1B2 yaitu sebesar 69,74 dan nilai daya kembang terendah pada perlakuan A3B1 sebesar 31,95. Hal ini menunjukkan bahwa adanya tepung wortel dalam adonan kerupuk menyebabkan daya kembangnya semakin berkurang. Serta lama pengukusan 45 menit menyebabkan daya kembang kerupuk wortel yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan perlakuan pengukusan 30 menit.

#### 4.5 Tekstur

Hasil pengamatan tekstur kerupuk wortel matang pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 0,967 sampai 1,62 (0,1 mm/g/5 dt) (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 6**). Hasil sidik ragam tekstur kerupuk wortel mentah dapat disajikan pada **Tabel 15**.

**Tabel 15. Sidik Ragam Tekstur Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat Tengah			5%	1%	
Ulangan	2	0.034	0.017	0.109	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	2.294	0.459	2.970	ns	3.326	5.636
A	2	1.805	0.903	5.842	*	4.103	7.559
B	1	0.427	0.427	2.765	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.062	0.031	0.199	ns	4.103	7.559
Galat	10	1.545	0.154				
Total	17	3.872					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata

\* : Berbeda nyata

Dari **Tabel 15** terlihat bahwa jumlah penambahan tepung wortel (perlakuan A) berpengaruh nyata dan lama pengukusan (perlakuan B) tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur kerupuk wortel. Sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Uji beda tekstur kerupuk wortel pada berbagai jumlah penambahan tepung wortel disajikan pada **Tabel 16**.

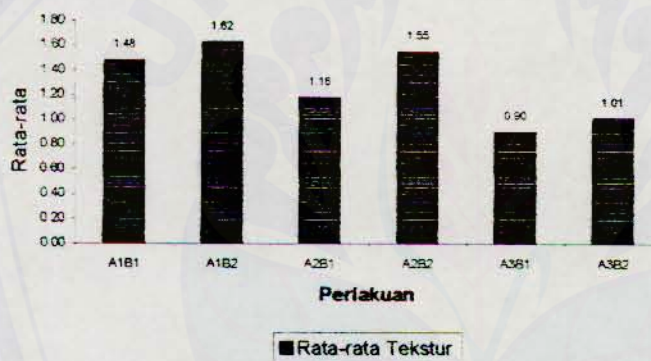
**Tabel 16. Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata (0,1mm/g/5 dt)	Notasi
A1	1.55	a
A2	1.36	ab
A3	0.81	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Pada **Tabel 16** terlihat bahwa perlakuan A3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan A1 dan A2, tetapi perlakuan A1 dan A2 berbeda nyata. Kerenyahan tertinggi pada perlakuan A1 dan terendah pada perlakuan A3 penambahan berbagai jumlah tepung wortel dan lama pengukusan berpengaruh terhadap kerupuk wortel yang dihasilkan. Semakin banyak penambahan tepung wortel daya kembang semakin rendah sehingga tekstur kerupuk semakin rendah atau tidakl renyah. Hal ini disebabkan dengan adanya penambahan tepung wortel yang tinggi maka serat yang terkandung di dalam tepung wortel akan berinteraksi dengan pati sehingga membentuk massa yang lebih padat yang mengakibatkan tekstur kerupuk menjadi berkurang.

Menurut Haryadi dan M. Gardjito (1988), tekstur olahan pangan kering seperti kerupuk misalnya, tergantung pada kekukuhan ikatan partikel-partikel penyusunnya. Dimana kerenyahan produk kering yang banyak mengandung pati tergantung pada kekukuhan dan ukuran granula-granula pati yang sudah mengembang. Sedangkan menurut Budiman (1985), kerenyahan kerupuk sangat dipengaruhi oleh besarnya pengembangan kerupuk pada waktu digoreng. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kerupuk pada saat digoreng akan membentuk rongga-rongga didalamnya. Semakin banyak rongga-rongga yang terbentuk maka makin renggang struktur kerupuk sehingga menyebabkan kerupuk mudah dipatahkan sehingga teksturnya tidak terlalu keras atau renyah. Dengan demikian semakin tinggi daya kembangnya akan semakin tinggi pula tingkat kerenyahannya.



**Gambar 9. Histogram Tekstur Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Pada **Gambar 9** terlihat bahwa tekstur yang paling tinggi dicapai pada perlakuan A1B2 sebesar 1,62 (0,1 mm/g/5 dt). Sedangkan tekstur yang paling rendah dicapai pada perlakuan A3B1 sebesar 0,96 (0,1 mm/g/5 dt).

## 4.6 Penilaian Organoleptik

### 4.6.1 Rasa

Hasil pengamatan organoleptik pada rasa kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 2.72 sampai 3.84 (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 8**). Hasil sidik ragam rasa kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 17**.

**Tabel 17. Sidik Ragam Rasa Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat Tengah			5%	1%
Ulangan	24	23.373	0.974	1.106 <sup>ns</sup>	1.608	1.950
Perlakuan	5	28.833	5.767	6.549 <sup>**</sup>	2.290	3.174
Galat	120	105.667	0.881			
Total	149	157.873				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

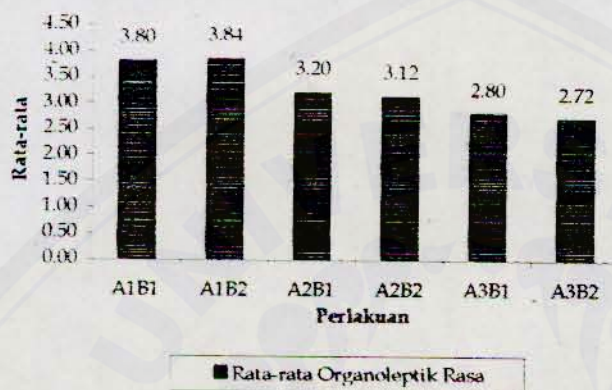
Pada **Tabel 17** terlihat bahwa adanya kombinasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berpengaruh sangat nyata terhadap rasa kerupuk wortel yang dihasilkan. Uji beda rasa kerupuk wortel pada berbagai jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan disajikan pada **Tabel 18**.

**Tabel 18. Uji Beda Rasa Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.80	ab
A1B2	3.84	a
A2B1	3.20	bc
A2B2	3.12	c
A3B1	2.80	c
A3B2	2.72	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 18** menunjukkan bahwa perlakuan A2B2, A3B1 dan A3B2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan A1B1 dan A1B2. Rasa yang paling disukai panelis pada perlakuan A1B2 dan yang paling tidak disukai pada perlakuan A3B2. Dengan penambahan tepung wortel dapat mempengaruhi rasa kerupuk. Semakin banyak tepung wortel yang ditambahkan semakin tidak disukai oleh panelis karena rasa yang ditimbulkan semakin getir.



**Gambar 10. Histogram Rasa Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Dari **Gambar 10** menunjukkan tingkat kesukaan panelis tertinggi dicapai pada perlakuan A1B2 yaitu sebesar 3.84 dan kerupuk yang paling tidak disukai panelis adalah pada perlakuan A3B2 yaitu sebesar 2.72.

#### 4.6.2 Kerenyahan

Hasil pengamatan organoleptik pada kerenyahan kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 3.12 sampai 3.60 (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 9**). Hasil sidik ragam kerenyahan kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 19**.

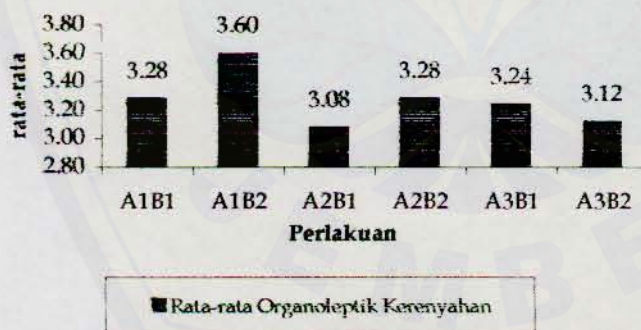
**Tabel 19. Sidik Ragam Kerenyahan Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	24	59,773	2,491	1,608 <sup>ns</sup>	1,608	1,950
Perlakuan	5	8,593	1,719	1,109 <sup>ns</sup>	2,290	3,174
Galat	120	185,907	1,549			
Total	149	254,273				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

Dari **Tabel 19** diketahui bahwa adanya kombinasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan tidak berpengaruh nyata terhadap kerenyahan dari kerupuk wortel.

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



**Gambar 11. Histogram Kerenyahan Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Pada **Gambar 11** dapat dilihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap kerenyahan kerupuk tertinggi dicapai pada perlakuan A1B2 yaitu sebesar 3.60 dan terendah pada perlakuan A2B1 sebesar 3.08. Secara umum panelis suka dengan kerenyahan pada semua perlakuan. Sedangkan nilai tekstur kerupuk wortel tertinggi diperoleh pada perlakuan A1B2 sebesar 1,62 dan terendah pada perlakuan A3B1 sebesar 0,90.

#### 4.6.3 Warna

Hasil pengamatan organoleptik pada warna kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 2.52 sampai 3.96 (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 9**). Hasil sidik ragam warna kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 20**.

**Tabel 20. Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Ulangan	24	22.560	0.940	1.013 <sup>ns</sup>	1.608	1.950
Perlakuan	5	37.473	7.495	8.076 <sup>**</sup>	2.290	3.174
Galat	120	111.360	0.928			
<b>Total</b>	<b>149</b>	<b>171.393</b>				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

Dari **Tabel 20** diketahui bahwa adanya kombinasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berpengaruh sangat nyata terhadap warna dari kerupuk wortel. Uji beda warna kerupuk wortel pada berbagai jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan disajikan pada **Tabel 21**.

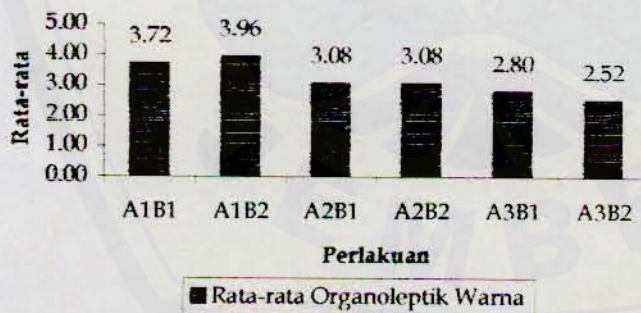


**Tabel 21. Uji Beda Warna Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.72	a
A1B2	3.96	a
A2B1	3.08	b
A2B2	3.08	b
A3B1	2.80	b
A3B2	2.52	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 21** dapat diketahui bahwa perlakuan A1B1 dan A1B2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan A2B1, A2B2, A3B1 dan A3B2. Warna yang paling disukai panelis pada perlakuan A1B2 dan paling tidak disukai pada perlakuan A3B2. Semakin banyak jumlah tepung wortel yang ditambahkan menyebabkan warna kerupuk setelah digoreng semakin tidak cerah. Hal ini dapat disebabkan oleh bahan dasar yang digunakan yaitu tepung wortel berwarna oranye dan terjadi reaksi pencoklatan nonenzimatis jenis karamelisasi pada proses penggorengan.



**Gambar 12. Histogram Warna Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Pada **Gambar 12** terlihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna kerupuk tertinggi dicapai pada perlakuan A1B2 yaitu sebesar 3,96 dan terendah pada perlakuan A3B2 sebesar 2,52.

Sedangkan nilai warna tertinggi diperoleh pada perlakuan A1B2 yaitu sebesar 56,82 dan terendah pada perlakuan A3B2 sebesar 53,80.

#### 4.6.4 Penilaian Umum

Hasil pengamatan penilaian umum kerupuk wortel pada berbagai variasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berkisar antara 2.72 sampai 3.92 (data pengamatan dan perhitungan dapat dilihat di **Lampiran 10**). Hasil sidik ragamnya kerupuk wortel dapat disajikan pada **Tabel 22**.

**Tabel 22. Sidik Ragam Penilaian Umum Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Ulangan	24	19.027	0.793	0.982	ns	1.608 1.950
Perlakuan	5	30.940	6.188	7.664	**	2.290 3.174
Galat	120	96.893	0.807			
Total	149	146.860				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata    ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

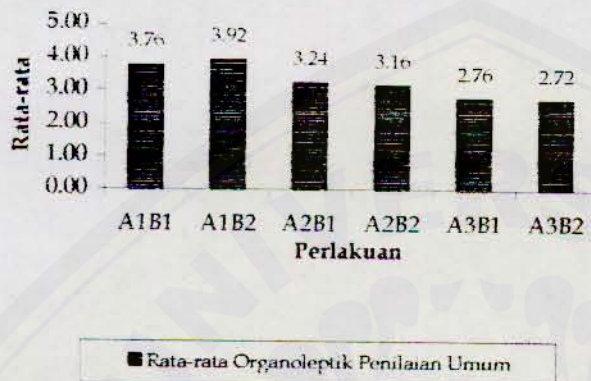
Dari **Tabel 22** diketahui bahwa adanya kombinasi jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan berpengaruh sangat nyata terhadap penilaian umum kerupuk wortel. Uji beda penilaian umum kerupuk wortel pada berbagai jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan disajikan pada **Tabel 23**.

**Tabel 23. Uji Beda Penilaian Umum Kerupuk Wortel Matang Pada Berbagai Variasi Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.76	ab
A1B2	3.92	a
A2B1	3.21	bc
A2B2	3,16	c
A3B1	2.76	c
A3B2	2.72	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 23** dapat diketahui bahwa perlakuan A2B2, A3B1 dan A3B2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda sangat nyata dengan perlakuan A1B1 dan A1B2. Secara umum panelis paling suka terhadap perlakuan A1B2 dan yang paling tidak disukai pada perlakuan A3B2.. Hal ini disebabkan warna kerupuk setelah digoreng semakin tidak cerah dan berwarna coklat serta rasanya agak getir.



**Gambar 13. Histogram Penilaian Umum Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Pada **Gambar 13** terlihat bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap keseluruhan kerupuk tertinggi dicapai pada perlakuan A1B2 yaitu sebesar 3,92 dan terendah pada perlakuan A3B2 sebesar 2,72.

#### 4.7 Hasil Uji Efektifitas

Berdasarkan Uji Efektifitas didapatkan perlakuan terbaik untuk kerupuk wortel adalah A1B2. Hasil Uji Efektifitas untuk menentukan jumlah tepung wortel yang ditambahkan dapat dilihat pada **Tabel 24**.

**Tabel 24. Uji Efektifitas Kerupuk Wortel pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel dan Lama Pengukusan**

Parameter	Bobot Variabel	Bobot Normal	Perlakuan					
			A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
Rasa	0.9	0.2368	0.2283	0.2368	0.1015	0.0846	0.0169	0
Warna	1	0.2631	0.2193	0.2631	0.1023	0.1023	0.0512	0
Kerenyahan	0.9	0.2368	0.0729	0.2186	0	0.0911	0.0729	0.0182
Keseluruhan	1	0.2631	0.2280	0.2631	0.1074	0.0965	0.0087	0
Total	3.8		0.7485	0.9816	0.3112	0.3745	0.1497	0.0182

Berdasarkan **Tabel 24**, dapat dilihat bahwa kerupuk dengan perlakuan A1B2 mempunyai sifat-sifat lebih baik daripada kerupuk pada perlakuan lainnya. Parameter yang diamati adalah uji organoleptik yang meliputi rasa, warna, kerenyahan dan penilaian umum.

#### **4.8 Kadar Beta-Karoten.**

Kadar Beta-karoten pada kerupuk wortel sebagai parameter kimia pendukung hanya dilakukan pada perlakuan A1B2 yang merupakan perlakuan terbaik. Berdasarkan hasil perhitungan kadar Beta-Karoten pada perlakuan A1B2 sebesar 0,0030 % (*dry basis*) (data pengamatan dan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Lampiran 11**). Kadar Beta-karoten pada kerupuk wortel tersebut relatif kecil dibandingkan kadar tepung wortel yaitu sebesar 0.1775 % (*dry basis*). Dengan demikian penurunan Beta-Karoten kerupuk wortel sebesar 98.1835 % (*dry basis*). Hal ini diduga pada proses penggorengan terjadi kerusakan Beta-karoten pada kerupuk wortel. Menurut Madhavi (1995), Beta Karoten bersifat larut dalam lemak dan minyak serta memiliki titik lebur 176°C - 183°C. Sehingga kerusakan Beta-karoten terbanyak pada tahap penggorengan. Pada proses pembuatan tepung wortel juga terjadi kerusakan kandungan Beta-karoten pada saat proses pengeringan. Hal ini terjadi karena vitamin A mudah teroksidasi oleh panas, sinar ultraviolet dan oksigen (Priestly, 1979). Tetapi kerusakan Beta-karoten terbesar terjadi pada saat penggorengan.

Menurut Winarno (1991), penurunan kandungan Beta-karoten pada saat penggorengan karena terjadinya degradasi Beta-karoten akibat proses oksidasi dari minyak yang digunakan. Hal ini disebabkan karena minyak goreng mengandung asam lemak tak jenuh oleat dan linoleat yang bersifat tidak stabil terhadap panas. Bender (1978) menyebutkan bahwa minyak mudah teroksidasi membentuk lemak bebas/peroksida yang dapat mempercepat proses oksidasi Beta-karoten.

#### 4.9 Kenampakan Permukaan Kerupuk Mentah dan Kerupuk Matang.

Pada **Gambar 14** dapat dilihat bahwa kerupuk wortel mentah dan kerupuk matang pada perlakuan A1B2 mempunyai kenampakan paling baik yaitu memiliki pori-pori yang halus dan merata pada seluruh permukaannya, warna lebih baik/cerah dan daya kembang lebih besar.



**Gambar 14. Foto Kenampakan Permukaan Kerupuk Mentah Dan Matang**

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Jumlah penambahan tepung wortel berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, daya kembang, warna kerupuk mentah, warna kerupuk matang dan sedikit berpengaruh terhadap tekstur
2. Lama pengukusan berpengaruh nyata terhadap daya kembang tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, warna kerupuk mentah, warna kerupuk matang, dan tekstur.
3. Kombinasi antar jumlah penambahan tepung wortel dan lama pengukusan tidak berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, daya kembang, warna kerupuk mentah, warna kerupuk matang, dan tekstur.
4. Kerupuk terbaik dan paling disukai panelis diperoleh pada perlakuan A1B2. Kerupuk yang dihasilkan mempunyai kadar air 9,39%; kadar abu 2,44%; daya kembang 69,74%, tekstur 1,62, warna kerupuk mentah 45,36 dan warna kerupuk matang 54,02.
5. Kadar Beta-karoten pada perlakuan terbaik yang diperoleh pada perlakuan A1B2 relatif kecil yaitu sebesar 0.0030 % (*dry basis*) dibandingkan kadar Beta-karoten tepung wortel yaitu sebesar 0.1775% (*dry basis*) sehingga penurunan Beta-Karoten kerupuk wortel sebesar 98,1835 % (*dry basis*).

### 5.2 Saran

Untuk meningkatkan nilai fungsional dan penerimaan konsumen pada kerupuk wortel, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang media penggoreng yang lebih baik (misal : pasir, microwafe dan vacuum frying) pada proses penggorengan kerupuk wortel supaya kadar Beta-Karoten tidak banyak yang hilang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriastini, J. J. **Wortel Sayuran Anti Kanker**. Puslitbang Biologi. LIPI. Bogor.
- Ali, N. B. V dan E, Rahayu. 2001. **Wortel dan Lobak**. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Allistair, M. 1995. **Food Polysaccharides and Their Application**. Marcell. Decker. New York.
- Anonim. 1981. **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Bhratara Karya Aksara.
- \_\_\_\_\_. 1985. **Mutu Kerupuk**. Departemen Perindustrian RI. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1992. **Tepung Wortel dan Manfaatnya**. Pusat Informasi Pertanian Trubus. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1996. **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Bhratara. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2002 **Kerupuk Udang Merintis Bisnis Pangan**. Warintek. Progresio. [http:// Warintek. Progresio.or.id/](http://Warintek.Progresio.or.id/)
- Apandi, M. 1984. **Teknologi Buah dan Sayur**. Alumni. Bandung.
- Astawan, M. W. dan M. Astawan. 1988. **Teknologi Pengolahan Hewani Tepat Guna**. CV Akade Presindo. Jakarta.
- Basuki dan Anas. 1998. **Panduan Pembuatan Kerupuk**. Diklat TPL-5 Pangan. Bogor
- Bennion, M. 1980. **The Science Of Food**. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Biliaderis dalam Rahardjo dan Haryadi. 1997. **Beberapa Karakteristik Kerupuk Ikan Yang Dibuat Dengan Variasi Ratio Ikan Tuna/Tapioka Dan Lama Pengukusan**. Agritech Vol 7. No 2. UGM.
- Budiman, M. 1985. **Pengaruh Rasio Udang dan Tapioka terhadap Sifat Kerupuk Udang** . Jurusan PHP Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- DeMan, J.M. 1997. **Kimia Makanan**. Penerbit ITB. Bandung.
- Djarmiko dan Tahir. 1985. **Mempelajari Pembuatan dan Karakteristik Kerupuk dari Tepung Sagu**. Diskusi Pangan VI. Bogor.

- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Eko, P. W. **Mengolah Wortel Menjadi Tepung**. Jawa Pos. 19 Juli 1992. Hal 6.
- Fardiaz, D. 1985. **Teknik Analisa Sifat Fisik dan Fungsional Komponen Pangan**. PAU IPB. Bandung.
- Gardjito, M. S, Naruki, Mudiati, dan Sardjoto. 1981. **Ilmu Pangan**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Gaspersz, V. 1991. **Metode Perancangan Percobaan**. Armico. Bandung.
- Haryono. 1979. **Pengamatan Komposisi Kimia Kerupuk Guna Mencari Sifat-sifat Penentu Mutunya**. Jurusan PHP Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Haryadi. 1990. **Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati terhadap Pengembangan, Higroskopis dan Sifat-sifat Inderawi Kerupuk**. Lembaga Penelitian UGM. Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_. 1995. **Sifat-Sifat Fungsional Pati dalam Pangan**. Fakultas TP UGM. Yogyakarta
- Heid, J.L. and M.A. Joslyn. 1967. **Fundamental of Food Processing Operation Ingredients Methods and Packaging**. Westport. Connecticut. The AVI Publishing Company Inc.
- Hendro, S. Mulyanto, M. Listriani, T. 1984. **Budidaya Sayuran Komersial**. Rajawali Press. Jakarta.
- Ketaren. 1986. **Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak**. UI Press. Jakarta.
- Kim, S. K., 1996. **Cereal Science**. *Instan Noodle Technology* . 41 (4): 213-218.
- Madhavi, D.L., S.S, Destpande, and D.K, Salunkhe. 1995. **Food Antioksidants, Technological, Toxilogical, and Health Perspective**. New York. Basel. Hongkong: Marcell Dekker, Inc.
- Meyer, L.H. 1973. **Food Chemistry**. Westport. Connecticut. The AVI Publishing Co. London.
- Moeljanto. 1982. **Pengolahan Hasil-Hasil Sampingan Ikan**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Muchtadi, D. 1989. **Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan**. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.



- Nirawan, L.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. 1979. **Effect of Heating on Foodtuff**. Applied Sciences Publisher LTD. London.
- Rukmana, 1995. **Bertanam wortel**. Penerbit Kanisius. Jakarta
- Saraswati. 1986. **Pembuatan Kerupuk Ikan Tengiri**. 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.
- Soekarto, S.T. 1985. **Penilaian Organoleptik**. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1997. **Perbandingan Pengaruh Kadar Air Kerupuk Mentah Pada Penggorengan dengan Minyak dan dengan Oven Gelombang Mikro**. Prosiding Seminar Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Sofiah. 1988. **Kerupuk**. Trubus Agrisarana. Jakarta.
- Somaatmadja, D. 1984. **Pemanfaatan Ubi Kayu dalam Industri Pertanian**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Bogor.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1989. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_. 1997. **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Sukatiningsih. 1993. **Kajian Mutu Kerupuk Iris Yang Dibuat Dengan Variasi Ampas Tahu Sebagai Substitusi Dan Jenis Tepung**. Laporan Penelitian Fakultas Teknologi Pertanian. UNEJ. Jember.
- Tjockroadikoesoemo, P. S. 1986. **HFS dan Industri Ubi Kayu**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Trisunanto dan B. Saneto. 1994. **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian**. Bina Ilmu. Surabaya.
- Wahyudi. 1991. **Kiat Membuat Kerupuk Susu yang Renyah dan Empuk**. Harian Surya Edisi Minggu. Surabaya.

- Winarno, F.G. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. Gramedia. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1984. **Mekanisasi dan Teknologi Pembuatan Kerupuk**. Departemen Perindustrian, Balai Industri Hasil Pertanian, Balai Pengembangan Makanan dan Phytokinin. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1992. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia. Jakarta.
- Wiriano, H. 1984. **Mekanisasi dan Teknologi Pembuatan Kerupuk**. Departemen Perindustrian. Balai Industri Hasil Pertanian. Balai Pengembangan Makanan dan Phitokinin. Jakarta.
- Wijayanti, 1975. **Industri Kerupuk di Sidoarjo Jawa Timur**. FTP. IPB. Bogor.
- Yustica. 1994. **Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Absorpsi Minyak Selama Penggorengan Kerupuk Sagu**. Skripsi Jurusan TPG Fakultas Teknologi Pertanian Bogor.

Lampiran 1. Kadar Air Kerupuk Wortel

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	8.903	9.470	9.302	27.68	9.23
A1B2	9.126	9.164	9.873	28.16	9.39
A2B1	8.729	11.163	11.403	31.30	10.43
A2B2	8.936	11.237	13.951	34.12	11.37
A3B1	9.482	11.666	11.087	32.24	10.75
A3B2	11.527	11.027	12.138	34.69	11.56
Jumlah	56.70	63.73	67.75	<b>188.18</b>	
Rata-rata	9.45	10.62	11.29		<b>10.45</b>

Tabel 2 Arah A dan B

Faktor	Faktor Tunggal		Jumlah	Rata-rata
	B			
Tunggal A	B1	B2		
A1	27.68	28.16	55.84	9.31
A2	31.30	34.12	65.42	10.90
A3	32.24	34.69	66.93	11.15
Jumlah	91.21	96.98		
Rata-rata	10.13	10.78		

Sidik Ragam Kadar Air Kerupuk Wortel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat	Tengah		5%	1%	
Ulangan	2	0.111	0.056	0.112	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	19.704	3.941	7.920	**	3.326	5.636
A	2	18.802	9.401	18.894	**	4.103	7.559
B	1	0.518	0.518	1.041	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.384	0.192	0.385	ns	4.103	7.559
Galat	10	4.976	0.498				
Total	17	24.791					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

**Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	9.31	a
A2	10.97	b
A3	11.76	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	10.51	a
B2	10.85	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Kadar Air Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	9.23	a
A1B2	9.39	abc
A2B1	10.91	ab
A2B2	11.02	abc
A3B1	11.39	c
A3B2	12.14	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

## Lampiran 2. Kadar Abu Kerupuk Wortel

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	2.804	2.165	2.465	7.43	2.48
A1B2	2.312	2.372	2.628	7.31	2.44
A2B1	3.156	3.769	2.885	9.81	3.27
A2B2	3.295	3.343	3.338	9.98	3.33
A3B1	4.632	4.657	4.256	13.55	4.52
A3B2	4.072	3.622	3.338	11.03	3.68
Jumlah	20.27	19.93	18.91	<b>59.11</b>	
Rata-rata	3.38	3.32	3.15		<b>3.28</b>

Tabel 2 Arah A dan B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	7.43	7.31	14.75	2.46
A2	9.81	9.98	19.79	3.30
A3	13.55	11.03	24.58	4.10
Jumlah	30.79	28.32		
Rata-rata	3.42	3.15		

## Sidik Ragam Kadar Abu Kerupuk

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat	Tengah		5%	1%	
Ulangan	2	0.167	0.084	0.949	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	9.115	1.823	20.711	**	3.326	5.636
A	2	8.056	4.028	45.759	**	4.103	7.559
B	1	0.339	0.339	3.847	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.721	0.360	4.095	ns	4.103	7.559
Galat	10	0.880	0.088				
Total	17	10.163					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

**Uji Beda Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	2.46	a
A2	3.30	b
A3	4.10	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	3.42	a
B2	3.15	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Kadar Abu Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	2.48	a
A1B2	2.44	b
A2B1	3.27	a
A2B2	3.33	a
A3B1	4.52	c
A3B2	3.68	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Lampiran 3. Warna Mentah Kerupuk Wortel**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	48.130	47.500	47.100	142.73	47.58
A1B2	47.230	47.670	46.600	141.50	47.17
A2B1	47.370	46.130	46.730	140.23	46.74
A2B2	46.670	47.100	46.530	140.30	46.77
A3B1	45.800	45.830	46.000	137.63	45.88
A3B2	45.330	44.900	45.170	135.40	45.13
Jumlah	280.53	279.13	278.13	<b>837.79</b>	
Rata-rata	46.76	46.52	46.36		<b>46.54</b>

**Tabel 2 Arah A dan B : Warna Mentah**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	142.73	141.50	284.23	47.37
A2	140.23	140.30	280.53	46.76
A3	137.63	135.40	273.03	45.51
Jumlah	420.59	417.20		
Rata-rata	46.73	46.36		

**Sidik Ragam Warna Mentah Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Ulangan	2	0.484	0.242	1.428	ns	4.103 7.559
Perlakuan	5	11.936	2.387	14.071	**	3.326 5.636
A	2	10.854	5.427	31.990	**	4.103 7.559
B	1	0.638	0.638	3.763	ns	4.965 10.044
A x B	2	0.443	0.222	1.307	ns	4.103 7.559
Galat	10	1.697	0.170			
Total	17	14.117				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
 \* : Berbeda nyata

**Uji Beda Warna Mentah Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	47.37	a
A2	46.76	b
A3	45.51	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan Berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Warna Mentah Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	46.73	a
B2	46.36	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Warna Mentah Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	47.58	a
A1B2	47.17	ab
A2B1	46.74	bc
A2B2	46.77	c
A3B1	45.88	d
A3B2	45.13	d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



**Lampiran 4. Warna Matang Kerupuk Wortel**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	57.770	57.500	58.200	173.47	57.82
A1B2	57.470	56.600	56.400	170.47	56.82
A2B1	56.600	56.500	53.300	166.40	55.47
A2B2	55.070	55.400	55.770	166.24	55.41
A3B1	54.570	54.830	55.170	164.57	54.86
A3B2	54.170	53.800	53.430	161.40	53.80
Jumlah	335.65	334.63	332.27	<b>1002.55</b>	
Rata-rata	55.94	55.77	55.38		<b>55.70</b>

**Tabel 2 Arah A dan B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	173.47	170.47	343.94	57.32
A2	166.40	166.24	332.64	55.44
A3	164.57	161.40	325.97	54.33
Jumlah	504.44	498.11		
Rata-rata	56.05	55.35		

**Sidik Ragam Warna Matang Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat	Tengah		5%	1%	
Ulangan	2	1.002	0.501	0.656	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	30.685	6.137	8.031	**	3.326	5.636
A	2	27.506	13.753	17.998	**	4.103	7.559
B	1	2.226	2.226	2.913	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.953	0.477	0.624	ns	4.103	7.559
Galat	10	7.641	0.764				
Total	17	39.328					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
 \* : Berbeda nyata

**Uji Beda Warna Matang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	57.32	a
A2	55.44	b
A3	54.33	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Warna Matang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	56.05	a
B2	55.35	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Warna Matang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	57.82	a
A1B2	56.82	a
A2B1	55.47	b
A2B2	55.41	bc
A3B1	54.86	bc
A3B2	53.80	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Lampiran 5. Daya Kembang Kerupuk Wortel

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	63.077	65.672	72.131	200.88	66.96
A1B2	67.816	68.421	72.973	209.21	69.74
A2B1	54.348	56.000	57.143	167.49	55.83
A2B2	60.784	63.265	66.667	190.72	63.57
A3B1	21.053	38.889	35.897	95.84	31.95
A3B2	37.500	36.842	33.333	107.68	35.89
Jumlah	304.58	329.09	338.14	<b>971.81</b>	
Rata-rata	50.76	54.85	56.36		<b>53.99</b>

Tabel 2 Arah A dan B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	200.88	209.21	410.09	68.35
A2	167.49	190.72	358.21	59.70
A3	95.84	107.68	203.51	33.92
Jumlah	464.21	507.60		
Rata-rata	51.58	56.40		

Sidik Ragam Daya Kembang Kerupuk Wortel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	100.525	50.263	2.910	<sup>ns</sup> 4.103	7.559
Perlakuan	5	3974.559	794.912	46.015	** 3.326	5.636
A	2	3849.745	1924.873	111.426	** 4.103	7.559
B	1	104.599	104.599	6.055	* 4.965	10.044
A x B	2	20.215	10.107	0.585	<sup>ns</sup> 4.103	7.559
Galat	10	172.749	17.275			
Total	17	4247.833				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

**Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	68.35	a
A2	59.70	a
A3	33.92	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	51.58	a
B2	56.40	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Daya Kembang Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	66.96	a
A1B2	69.74	a
A2B1	55.83	a
A2B2	63.57	a
A3B1	31.95	b
A3B2	35.89	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Lampiran 6. Tekstur Kerupuk Wortel**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	1.467	1.500	1.470	4.44	1.48
A1B2	2.070	1.070	1.730	4.87	1.62
A2B1	1.000	1.400	1.130	3.53	1.18
A2B2	1.200	2.070	1.370	4.64	1.55
A3B1	0.930	0,930	0.870	1.80	0.90
A3B2	0.930	1.030	1.070	3.03	1.01
Jumlah	7.60	7.07	7.64	<b>22.31</b>	
Rata-rata	1.27	1.41	1.27		<b>1.31</b>

**Tabel 2 Arah A dan B : Tekstur**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	4.44	4.87	9.31	1.55
A2	3.53	4.64	8.17	1.36
A3	1.80	3.03	4.83	0.81
Jumlah	9.77	12.54		
Rata-rata	1.09	1.39		

**Sidik Ragam Tekstur Kerupuk Wortel**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel		
		Kuadrat	Tengah		5%	1%	
Ulangan	2	0.034	0.017	0.109	ns	4.103	7.559
Perlakuan	5	2.294	0.459	2.970	ns	3.326	5.636
A	2	1.805	0.903	5.842	*	4.103	7.559
B	1	0.427	0.427	2.765	ns	4.965	10.044
A x B	2	0.062	0.031	0.199	ns	4.103	7.559
Galat	10	1.545	0.154				
Total	17	3.872					

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

**Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1	1.55	a
A2	1.36	ab
A3	0.81	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
B1	1.09	a
B2	1.39	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Uji Beda Tekstur Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	1.48	a
A1B2	1.62	a
A2B1	1.18	a
A2B2	1.55	a
A3B1	0.90	a
A3B2	1.01	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Lampiran 7. Organoleptik Rasa

Perlakuan	Panelis																									Jumlah	Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
A1B1	5	4	5	5	1	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	5	4	3	5	5	95	3.80
A1B2	4	3	4	5	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	4	3	3	3	4	5	3	3	4	4	4	96	3.84
A2B1	3	3	3	3	2	2	5	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	2	3	3	4	4	3	80	3.20
A2B2	3	3	3	4	1	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	2	2	3	3	1	3	78	3.12
A3B1	2	4	3	3	1	5	2	5	4	3	3	3	3	3	1	4	3	3	2	1	2	2	3	3	2	70	2.80
A3B2	1	3	2	3	5	3	1	3	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3	2	1	2	2	5	2	1	68	2.72
Jumlah	18	20	20	23	14	22	19	20	21	21	22	22	20	20	18	21	21	19	15	17	17	17	24	18	18	487	
Rata-rata	3.0	3.3	3.3	3.8	2.3	3.7	3.2	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	3.3	3.3	3.0	3.5	3.5	3.2	2.5	2.8	2.8	4.0	3.0	3.0	3.2		

**Tabel Dua Arah A dan B**

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah Rata-rata	
	B1	B2		
A1	95.00	96.00	191.00	3.82
A2	80.00	78.00	158.00	3.16
A3	70.00	68.00	138.00	2.76
Jumlah	245.00	242.00		
Rata-rata	3.27	3.23		

**Sidik Ragam Organoleptik Rasa**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Ulangan	24	23.373	0.974	1.106	ns	1.608 1.950
Perlakuan	5	28.833	5.767	6.549	**	2.290 3.174
Galat	120	105.667	0.881			
Total	149	157.873				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

**Uji Beda Organoleptik Rasa Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.80	ab
A1B2	3.84	a
A2B1	3.20	bc
A2B2	3.12	c
A3B1	2.80	c
A3B2	2.72	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



**Lampiran 8. Organoleptik Warna**

Perlakuan	Panels																									Jumlah	Rata-rata	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
A1B1	5	3	5	5	1	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	5	4	5	3	5	93	3.72
A1B2	4	3	4	5	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	4	5	3	4	4	4	5	4	3	4	3	4	99	3.96
A2B1	3	3	3	3	2	2	5	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	77	3.08
A2B2	3	3	3	4	1	5	5	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	1	3	3	77	3.08
A3B1	2	4	3	3	1	5	2	5	4	3	3	3	3	3	1	3	3	2	2	3	2	1	2	2	5	2	70	2.80
A3B2	1	3	2	3	5	3	1	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	1	1	4	1	63	2.52	
Jumlah	18	19	20	23	14	23	19	20	21	21	22	22	20	20	18	22	17	18	20	17	16	15	18	18	18	18	479	
Rata-rata	3.0	3.2	3.3	3.8	2.3	3.8	3.2	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	3.3	3.3	3.0	3.7	2.8	3.0	3.3	2.8	2.7	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	

Tabel 2 Arah A dan B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	93.00	99.00	192.00	3.84
A2	77.00	77.00	154.00	3.08
A3	70.00	63.00	133.00	2.66
Jumlah	240.00	239.00		
Rata-rata	3.20	3.19		

Sidik Ragam Warna Kerupuk Wortel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat	Tengah		5%	1%
Ulangan	24	22.560	0.940	1.013 <sup>ns</sup>	1.608	1.950
Perlakuan	5	37.473	7.495	8.076 <sup>**</sup>	2.290	3.174
Galat	120	111.360	0.928			
Total	149	171.393				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata

\* : Berbeda nyata

Uji Beda Organoleptik Warna Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.72	a
A1B2	3.96	a
A2B1	3.08	b
A2B2	3.08	b
A3B1	2.80	b
A3B2	2.52	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Lampiran 9. Organoleptik Kerenyahan

Perlakuan	Panells																									Jumlah	Rata-rata	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
A1B1	5	3	5	5	1	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	5	3	1	3	3	1	82	3.28
A1B2	4	3	4	5	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	4	3	3	3	3	4	3	2	1	5	3	90	3.60	
A2B1	3	3	3	3	2	2	5	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	77	3.08	
A2B2	3	3	3	4	1	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	1	4	82	3.28	
A3B1	2	4	3	3	1	5	2	5	4	3	3	3	3	3	1	4	4	5	4	2	2	3	5	4	3	81	3.24	
A3B2	1	3	2	3	5	3	1	3	4	4	3	3	3	2	3	4	4	5	4	1	3	3	4	2	5	78	3.12	
Jumlah	18	19	20	23	14	22	19	20	21	21	22	22	20	20	18	20	21	24	22	18	17	15	18	18	18	490		
Rata-rata	3.0	3.2	3.3	3.8	2.3	3.7	3.2	3.3	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	3.3	3.3	3.0	3.3	3.5	4.0	3.7	3.0	2.8	2.5	3.0	3.0	3.3	3.3	

Tabel 2 Arah A dan B

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	82.00	90.00	172.00	3.44
A2	77.00	82.00	159.00	3.18
A3	81.00	78.00	159.00	3.18
Jumlah	240.00	250.00		
Rata-rata	3.20	3.33		

Sidik Ragam Uji Organoleptik Kerenyahan Kerupuk Wortel

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	24	22.667	0.944	0.882 ns	1.608	1.950
Perlakuan	5	4.213	0.843	0.787 ns	2.290	3.174
Galat	120	128.453	1.070			
Total	149	155.333				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

Uji Beda Organoleptik kerenyahan Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.28	a
A1B2	3.60	a
A2B1	3.08	a
A2B2	3.28	a
A3B1	3.24	a
A3B2	3.12	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

**Lampiran 10. Organoleptik Penilaian Umum**

Perlakuan	Panella																									Jumlah	Rate-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
A1B1	5	3	5	5	1	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	94	3.76
A1B2	4	3	4	5	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	4	3	3	3	4	5	3	3	5	5	4	98	3.92
A2B1	3	3	3	3	2	2	5	3	3	4	3	4	4	4	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	81	3.24
A2B2	3	3	3	4	1	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	79	3.16
A3B1	2	4	3	3	1	5	2	5	4	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	2	2	3	1	2	69	2.76
A3B2	1	3	2	3	5	3	1	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	1	2	2	4	3	1	68	2.72
<b>Jumlah</b>	18	19	20	23	14	22	19	20	21	21	22	22	20	20	18	21	21	21	20	20	18	16	16	18	18	<b>489</b>	
<b>Rate-rata</b>	3.0	3.2	3.3	3.8	2.3	3.7	3.2	3.3	3.5	3.5	3.7	3.3	3.3	3.0	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	3.0	2.7	2.7	3.7	3.0	3.0	<b>3.3</b>	

Tabel 2 Arah A dan B :

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B		Jumlah	Rata-rata
	B1	B2		
A1	94.00	98.00	192.00	3.84
A2	81.00	79.00	160.00	3.20
A3	69.00	68.00	137.00	2.74
Jumlah	244.00	245.00		
Rata-rata	3.25	3.27		

**Sidik Ragam Organoleptik Penilaian Umum**

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F-Hitung	F-Tabel	
		Kuadrat Tengah			5%	1%
Ulangan	24	19.027	0.793	0.982 <sup>ns</sup>	1.608	1.950
Perlakuan	5	30.940	6.188	7.664 <sup>**</sup>	2.290	3.174
Galat	120	96.893	0.807			
Total	149	146.860				

Keterangan : \*\* : Berbeda sangat nyata ns : Berbeda tidak nyata  
\* : Berbeda nyata

**Uji Beda Organoleptik Penilaian Umum Kerupuk Wortel Pada Berbagai Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Lama Pengukusan**

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3.76	ab
A1B2	3.92	a
A2B1	3.24	bc
A2B2	3.16	c
A3B1	2.76	c
A3B2		c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

## Lampiran 12. Perhitungan Penentuan Jumlah Penambahan Tepung Wortel Dan Kadar Beta-Karoten

### I. Penentuan Jumlah Penambahan Tepung Wortel.

Penambahan jumlah tepung wortel dalam adonan kerupuk ekuivalen dengan penambahan wortel segar sebanyak 30 %, 40 % dan 50 %. Dimana perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. 30 % wortel segar = 30 gr wortel segar + 70 gr tapioka

$$\begin{aligned} & 30 \text{ gr wortel segar ekuivalen dengan tepung wortel sebanyak:} \\ & = 30 - (\text{Kadar air wortel} \times 30 \text{ gr}) + (\text{Kadar air tepung wortel} \times 30) \\ & = 30 - (88,20\% - 9.47\%) \times 30 \\ & = 6 \text{ gr} \end{aligned}$$

2. 40 % wortel segar = 40 gr wortel segar + 60 gr tapioka

$$\begin{aligned} & 40 \text{ gr wortel segar ekuivalen dengan tepung wortel sebanyak:} \\ & = 40 - (\text{Kadar air wortel} \times 40) + (\text{Kadar air tepung wortel} \times 40) \\ & = 40 - (88,20\% - 9.47\%) \times 40 \\ & = 8 \text{ gr} \end{aligned}$$

3. 50 % wortel segar = 50 gr wortel segar + 50 gr tapioka

$$\begin{aligned} & 50 \text{ gr wortel segar ekuivalen dengan tepung wortel sebanyak:} \\ & = 50 - (\text{Kadar air wortel} \times 50) + (\text{Kadar air tepung wortel} \times 50) \\ & = 50 - (88,20\% - 9.47\%) \times 50 \\ & = 10 \text{ gr} \end{aligned}$$

### II. Perhitungan Beta-Karoten

Analisa Beta-Karoten dilakukan pada perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan A1B2 (penambahan tepung wortel 6.381 gr dan lama pengukusan 45 menit)

$$\text{Rumus : Beta - karoten (mg/g)} = \frac{\text{Abs} \times 1\% \times V \times 1000 \text{ mg/g}}{2620 \times \text{berat sampel}}$$

Abs = Absorbansi

V = Volume filtrat setelah ditera (25 ml)

**A. Kadar Beta-karoten tepung wortel**

Diket: Abs = 0.1072                      Volume = 25 ml

Berat = 1.0157 gr

$$\text{Beta - karoten (mg/g)} = \frac{0,1072 \times 1\% \times 25 \times 1000 \text{ mg/g}}{2620 \times 1,0157} = 0,0102 \text{ mg/g}$$

**B. Kadar Beta-karoten Kerupuk wortel**

Diket: Abs = 0.0242                      Volume = 25 ml

Berat = 1.0339 gr

$$\text{Beta - karoten (mg/g)} = \frac{0,0242 \times 1\% \times 25 \times 1000 \text{ mg/g}}{2620 \times 1,0339} = 0,0022 \text{ mg/g}$$

**III. Perhitungan Kadar Beta-Karoten (Dry Basis)**

$$\text{Dry Basis} = \text{Wetbasis} \times \frac{\text{berat bahan}}{\text{berat bahan} \times (100\% - \text{Kadar air bahan})} \times 100\%$$

**A. Kadar Beta-Karoten Tepung Wortel (Dry Basis)**

Diket: Ka tepung Wortel = 9,93%

Ka Solid Tepung = 100% - 9.93% = 90.07%

$$\text{Beta-Karoten} = \frac{0.0102}{6.381} \times \frac{6.381}{6.381 \times (100\% - 0.9007)} \times 100\% = 0.1775 \%$$

**B. Kadar Beta-Karoten Kerupuk Wortel (Dry Basis)**

Diket: Ka kerupuk Wortel = 3.20%

Ka Solid Kerupuk = 100% - 3.20% = 96.80%

$$\text{Beta-Karoten} = \frac{0.0102}{6.381} \times \frac{76.381}{76.381 \times (100\% - 0.968)} \times 100\% = 0.0030 \%$$

**IV. Prosentase Penurunan Kadar Beta-Karoten**

$$\begin{aligned} \text{Kadar Beta-Karoten tepung wortel} &= \text{kadar solid tepung} \times \% \text{ Beta-karoten} \\ &= 90,07 \times 0,1775 = 15,9874 \text{ (awal)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Beta-Karoten kerupuk} &= \text{kadar solid kerupuk} \times \% \text{ Beta-karoten} \\ &= 96,80 \times 0,0030 = 0,2904 \text{ (akhir)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Beta-Karoten yang hilang} &= \text{Beta-karoten awal} - \text{Beta-karoten akhir} \\ &= 15,9874 - 0,2904 = 15,6970 \end{aligned}$$

$$\text{Prosentase kadar Beta-karoten yang hilang} = \frac{15,6970}{15,9874} \times 100\% = 98,1835\%$$