



UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

**Variasi Perlakuan Pendahuluan Pada Pembuatan
Tepung Wortel (*Daucus carota* L.) Terhadap
Mutu dan Stabilitas Warna Selama Penyimpanan**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

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

Menitub
Pembelian
Kelas
66%
No. Induk: 29 Juli 2004
ULP

Oleh :

Fajriyah Ulfah
NIM. 001710101039

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
2004**

Diterima oleh :

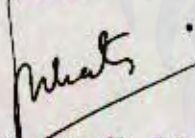
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (S K R I P S I)

Dipertahankan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 08 Juni 2004
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

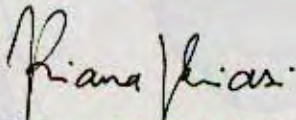
Tim Penguji

Ketua



Ir. Sukatningsih, M.S
NIP. 130 890 066

Anggota I



Triana Lindriati, S.T
NIP. 132 207 762

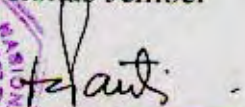
Anggota II



Ir. Tamtarini, M.S
NIP. 131 918 530

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, M.S
NIP. 130 350 763



Dosen Pembimbing

Ir. Sukatiningsih, M.S. (DPU)

Triana Lindriati, S.T. (DPA I)

Ir. Tamtarini, M.S. (DPA II)

Motto

"Dan Dia (الله) memundukkan untukku apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya sebagai rahmat dari-Nya. Pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan الله) bagi kaum yang berpikir."

(al-Haatsiyah : 13)

*Bukantlah yatim itu yang kematian ibu atau ayahnya,
tetapi yatim abadi ialah orang yang tidak berilmu dan tidak beradab.*

(Imam asy-Syafi'i)

Jika mampu, jadilah orang-orang alim (ibauwan).

Jika tidak mampu jadilah penuntut ilmu.

Jika tidak mampu jadilah pecinta para ulama.

Dan jika tidak mampu juga janganlah membenci para ulama.

(Umar bin Abdul Azis)

Cara satu-satunya untuk menghindari kesalahan ialah dengan berpengalaman.

*Dan, satu-satunya cara untuk memperoleh pengalaman ialah
dengan beberapa kali melakukan kesalahan.*

(Depatah)

As free as the wind blows.

As free as the grass grow.

Born free to follow your heart.

(7@jR! '00)

PERSEMBAHAN

Everybody's looking for that something. One thing that makes it all complete
You find it in the strangest places. Places you never knew it could be
.....Some find it sharing every morning. Some in their solitary lives
You find it in the works of others. A simple line can make you laugh or cry
You find it in the deepest friendships. The kind you cherish all your life
And when you know how much that means. You've found that special thing
You're flying without wings. So impossible as they may seem.
You've got to fight for every dream. 'Cause who's to know
Which one you let go. Would have made you complete.....

Flying Without Wings

Kupersembahkan Karyaku ini teruntuk :

Keluarga-koe Tercinta

*My Great Motivator ayahku **Moh. Fadil** dan ibuku **Umi Hariyatik** terima kasih untuk semua didikan, nasehat, pengorbanan, kritikan, doa serta pengertiannya (Aku bersyukur untuk semua itu. Semua ini untuk kalian!!!)*

*Ade'ku **Fikri Fahmi** (yang rajin, 'Noi! Buat ayah-ibu bangga! Meski gak pernah kuucapin, aku sayang kamu. U make me learn how to be a nice sister!)*

***Emak** dan alm. **Akung** (terima kasih untuk doa-doa tulusnya)*

Keluarga Besar Siradij

Alm. Mbah 'Kung dan Mbah Siradij. De' Ghazi dan de' Acik (terima kasih untuk semua kebbaikannya), de' Sur, le' Iki dan le' Yono, serta saudara-saudara sepupuku (mbak Dhien (slamat untuk Nada-nya), mas Mamang, mas Kelmy, mas Iwan, ade'Zku Dita dan Wiwin)

Almamater-koe Tercinta

Fajri thanks to :

Sahabat-sahabat terbaik-koe

- Lia** 4 *always stay beside me 4 almost 8 sms* (jangan suka ngentengin masalah 'n *Keep Cool! I like it, but sometimes I hate it!!! But u're still my best friend!*)
- Berry** 4 *u'r support, 'n always care on me, juga kesediaannya dengerin curhat2ku* (*it means a lot! You're my trully friend! I lov ya!*)
- Geoi** 4 *masukannya* (*try to be honest to yourself b4 the others!* 'n jangan suka nakuti orang tentang segala sesuatu yang gak akurat infonya)
- Delik** 4 *all sweet 'n funny memories* (kennu "sobat gila"-koe yang pertama di TV, qta pernah bercanda 'n nangis bersama. *Gak latah lagi 'kan? :-)*)
- Andre** si Ceking yang doyan maem (ngabis-ngabisin maksudnya) 'n temen yang slalu mengalah (*u're such a nice friend! Dulu jain, sekarang koq ganjen!?!)*)
- Bery** yang suka *ngeyel* 'n berantem sama aq 'n Lia sejak sms 1 (suka minta contekan juga tuh! penelitian \neq praktikum, so jangan *ngaco*, 'Udes!)
- Lira** 4 *nemenin aq sejak seminar proposal 'n hasil, bahkan ujian 'n ngurus segala sesuatunya bersama* (qta sering pusing bareng ya! *Jangan lupain aq, 'Utoel!*)
- Chris** 'n **Nani** (sobat2 setiaku slama 7 tahun terakhir, makasih dah nemenin sejak klas 1 SMU!)

Temen-temen seperjuangan-koe

- Tim wortel : **mbak Fony** (zi *Subing*, jangan bingung aja!), **mbak Mariani** (mbak yang baik, makasih!) 'n **Santi** (jangan cerewet 'n tahan ego! Sorry dah buat bajumu jadi "lukisan berwarna", tapi aq kreatif kan?! :-).
- Temen2 yang "iseng" membantuku : **Nani A** (cepat selesai 'n jangan suka ngacir!) **Pipit** (makasih bantuan nyetirer-nya), **Lusy** (*biggoss* yang *always* garink 'n slalu mo tau urusan orang (*I still hate it!*), tapi sbenernya baik kok. Sorry sering marah2in kamu!) 'n **Santi Te-E-Pe** (aq penuh janji, thanks!).
- Lany** 'n **Dessy** (yang rada2 gokil 'n punya segudang kekonypolan2 baru)
- Kiki OR** (jangan mudah patah arang 'n jagain si *Kecil*. *Keep fighting, girl!*)
- Seluruh temen2ku *Angkatan 2000* 'tuk semua kenangan yang gak terlupakan (*You're The Best, Guys!!!*)

"Cheerleaders"-koe

(makasih dah mendukung, menyemangati 'n menunggui selama ujian berlangsung)

Feet@ (makasih Bio-quistanya) 'n **Nani C** (thanks 4 penjelasan ttg warna-nya!)

Mbak Yetti (makasih untuk info2nya yang berharga banget)

Windy (thanks 4 supportnya! Wuih..ujianmu bisa jadi rekor tuli, yang nunggui sampe' lunutan nih!), **Nocenk** (yang sabar ya 'n gak usaha dibikin pusing!)

Luluk, Kiki WR 'n Tiarma (makasih dah ngengetin tanganku, Tir!)

(All of u, thanks 4 being there!!!)

Iksan makasih deMan-nya (like u said : "u fren i, i fren u, so u 'n i fren2an", ok!)

mas Suhey, mas Adi "Jepank", 'n mas Suto

(Thanks dah ngerame'in lab! Lain kali qta cele2an lagi, pasti tetep aq yang menang!)

Windra 'n Dian cs (untuk semua kejailannya!! Yan, makasih SNEnya!)

Tina 'n Mona (jalan kalian dah dekat, tetep berjuang!!)

Kakak2 Angkatan '99 dan ade'2 praktikanku Angkatan '04 (makasih untuk sharing pengalaman bersamaku 'n maafin kalo' ada kesalahan asisten yang satu ini, ya!)

Para Karyawan FTP

Para Teknisi Lab : mbak Wim yang rame, slalu bikin aq tersenyum 'n terkadang juga keki (Ingat! *Anti ghibah, anti riya' 'n anti fitnah!!*); mbak Ketut yang selalu baik (*smily face*); mas Mistar (maaf kalo' terkadang aq ngrepotin); mas Dian (moga2 "*jadian*") ma mbak Wim.

Amin! :-); serta teknisi2 lainnya yang membantuku selama praktikum dan penelitian

(mbak Sari, mbak Widi, pak Min, dan mas Jasot).

Bagian Akademik : mbak Any, mbak Siti, mas Adrie, dan seluruh karyawan FTP lainnya (terima kasih untuk tenaga dan pelayanannya)

*Semua pihak yang telah membantu studiku,
tiada kata yang dapat terucap selain
TERIMA KASIH dan MAAF
untuk semua kesalahan maupun kekhilafanku*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalaamu'alaikum wr. wb.,

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah S.W.T. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tiada akhir. Shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad S.A.W. yang telah memberikan pencerahan kepada seluruh umatnya.

"*Tidak Ada Mamusia Yang Sempurna*", dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) yang berjudul "*Variasi Perlakuan Pendahuluan Pada Pembuatan Tepung Wortel (Daucus carota L.) Terhadap Mutu dan Stabilitas Warna Selama Penyimpanan*" ini melibatkan beberapa pihak yang telah sangat membantu sehingga penulisan dapat terselesaikan dengan baik. Atas jasanya yang tak terhingga, penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih setulusnya kepada :

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, M.S., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Ir. Susijahadi, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Unus, M.S., selaku Ketua Komisi Bimbingan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
4. Ir. Sukatiningsih, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) atas seluruh nasihat dan keluangan waktunya selama menerima "gangguan-gangguan" penulis di rumah beliau.
5. Triana Lindriati, S.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I) atas pengertian dan bantuan, serta ide-ide dan solusi-solusi beliau yang brilian dan selalu inovatif.
6. Ir. Tamtarini, M.S., selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II) atas semua masukannya sehingga penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.

7. Dr. Ir. Achmad Subagio, M.Agr. Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) untuk bimbingan dan arahnya sehingga penulis dapat lebih yakin dalam menentukan pilihan dan menyelesaikan studi dengan baik.
8. Para Dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember serta para guru dan pengajar atas dedikasi dan transfer ilmunya yang sangat berharga.
9. Teman-teman KKN dan PKN-ku (Merry, Kiki OR, Dessy, Andre dan Yudo), terima kasih untuk semua kebaikan dan kerjasamanya.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis juga ingin menyampaikan permintaan maaf jika terdapat suatu kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat di waktu yang akan datang. Amin.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Penulis

Jember, 25 Juni 2004

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
RINGKASAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Morfologi dan Botani Wortel	4
2.2 Komposisi Nutrisi Wortel	5
2.3 Warna	8
2.4 Tepung Wortel	10
2.4.1 Pembuatan Tepung Wortel	12
2.4.2 Perubahan Yang Terjadi Selama Proses Pengolahan	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	20
3.1.1 Bahan Penelitian	20
3.1.2 Alat Penelitian	20

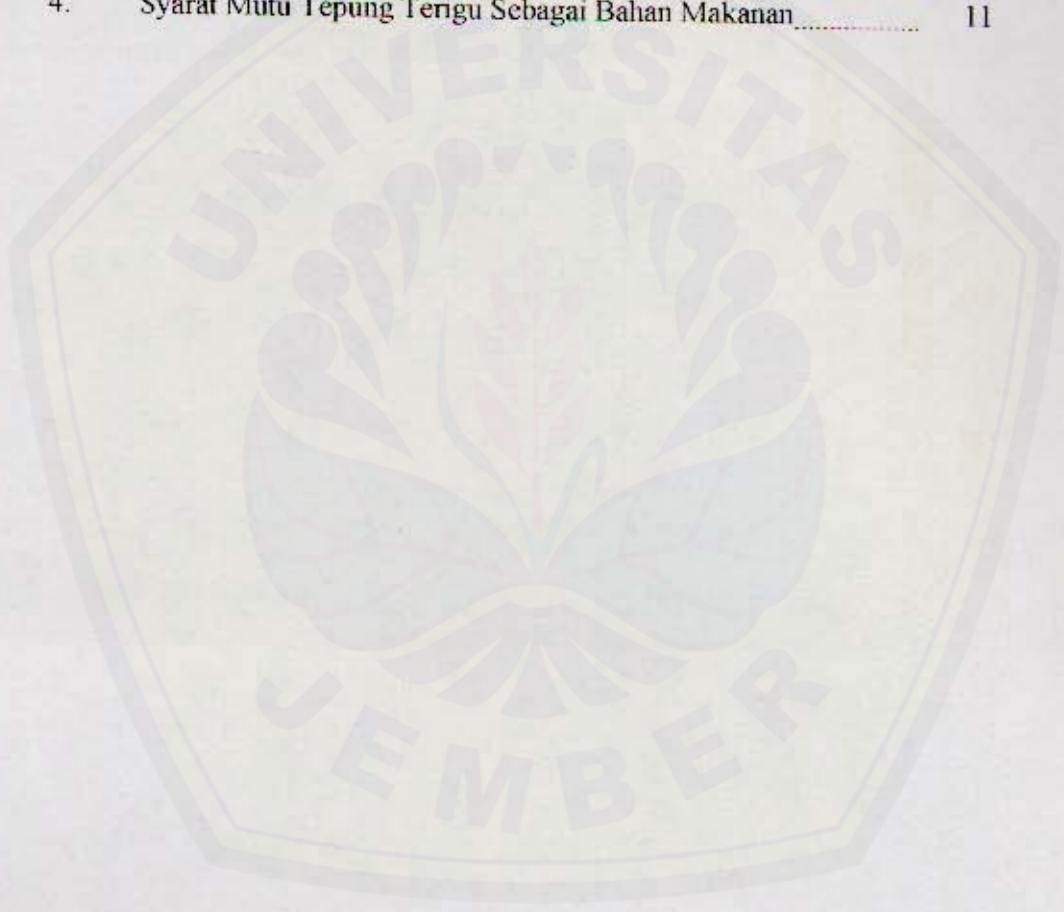
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.3 Metode Penelitian	21
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	21
3.4 Parameter Pengamatan	24
3.5 Prosedur Analisa	24
3.5.1 Analisa Rendemen	24
3.5.2 Analisa Kadar Abu	24
3.5.3 Analisa Warna	25
3.5.4 Analisa Kadar Air	25
3.5.5 Analisa Kadar β -karoten	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Rendemen Tepung	27
4.2 Kadar Abu	28
4.3 Perubahan Warna Selama Penyimpanan	30
4.3.1 Kecerahan (<i>lightness</i>)	31
4.3.2 Intensitas Warna (<i>chroma</i>)	32
4.4 Kadar Air	34
4.4.1 Kadar Air Sebelum Penyimpanan	35
4.4.2 Kadar Air Setelah Penyimpanan	37
4.5 Kadar β -karoten	39
4.5.1 Kadar β -karoten Sebelum Penyimpanan	39
4.5.2 Kadar β -karoten Setelah Penyimpanan	41
V. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Komposisi Zat Gizi Wortel Segar Per 100 Gram Bahan.....	6
2.	Sifat Fisik β -karoten.....	7
3.	Konsentrasi β -karoten Pada Wortel Yang Diolah Kering.....	8
4.	Syarat Mutu Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan.....	11



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Struktur β -karoten (<i>trans</i>).....	7
2.	Degradasi β -karoten.....	9
3.	Reaksi Pembentukan Hidroksi Sulfonat.....	15
4.	Diagram Proses Pembuatan Tepung Wortel.....	23
5.	Histogram Rendemen Tepung Wortel.....	27
6.	Histogram Kadar Abu Tepung Wortel.....	29
7.	Grafik Perubahan Kecerahan Warna Tepung Wortel Selama Penyimpanan.....	31
8.	Grafik Perubahan Intensitas Warna Tepung Wortel Selama Penyimpanan.....	33
9.	Histogram Kadar Air Tepung Wortel Sebelum Penyimpanan.....	35
10.	Histogram Kadar Air Tepung Wortel Setelah Penyimpanan.....	37
11.	Histogram Kadar β -karoten Tepung Wortel Sebelum Penyimpanan.....	39
12.	Histogram Kadar β -karoten Tepung Wortel Setelah Penyimpanan.....	41

Fajriyah Ulfah, NIM. 001710101039, Variasi Perlakuan Pendahuluan Pada Pembuatan Tepung Wortel (*Daucus carota* L.) Terhadap Mutu dan Stabilitas Warna Selama Penyimpanan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Ir. Sukatiningsih, M.S. (DPU) dan Triana Lindriati, S.T. (DPA).

RINGKASAN

Wortel (*Daucus carota* L.) merupakan tanaman bukan semusim, dimana hampir keseluruhan dari tanaman wortel memiliki fungsi penting untuk menjaga kesehatan tubuh, utamanya pada bagian umbinya yang sering dikenal sebagai sayur wortel itu sendiri. Pemanfaatan umbi wortel yang sudah tua sebagai produk asfiran masih belum optimal, padahal kandungan β -karotennya lebih tinggi. Selain itu wortel tergolong sayuran yang mudah rusak (*perishable food*) selama penyimpanan, umur simpannya relatif pendek berkisar antara 7-8 hari.

Pengolahan wortel menjadi tepung wortel dengan cara pengeringan dapat memperbaiki daya simpannya karena kadar airnya lebih rendah, juga dapat digunakan sebagai bubuk pewarna alami dalam makanan karena warnanya yang cukup menarik. Warna oranye dari wortel disebabkan oleh adanya pigmen karotenoid yaitu β -karoten. Selain itu penambahan tepung wortel juga dapat memperkaya kandungan zat gizi pada makanan. Namun pengeringan pada wortel dapat menyebabkan pencoklatan pada bahan dan warna alami yang umumnya bersifat tidak stabil selama penyimpanan karena sifatnya yang mudah teroksidasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perlakuan pendahuluan pada proses pengolahan tepung wortel yang paling sesuai sehingga dihasilkan tepung dengan rendemen tinggi, memiliki sifat kimia, sifat fisik, serta stabilitas warna baik selama penyimpanan.

Variasi perlakuan pendahuluan yang dilakukan sebelum pengeringan antara lain : perendaman dalam larutan natrium klorida 0.05%, blansing, dan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit 500 ppm. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan metode deskriptif. Parameter yang diamati antara lain : rendemen tepung wortel; kadar abu; perubahan warna selama penyimpanan; kadar air (sebelum dan setelah penyimpanan); serta kadar β -karoten (sebelum dan setelah penyimpanan).

Perlakuan terbaik diperoleh pada variasi antara blansing dan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit 500 ppm (perlakuan W5) dengan sifat-sifat antara lain : rendemen 3.75%; kadar abu 10.12%; kecerahan (*lightness*) sebelum penyimpanan 59.97 dan setelah penyimpanan 56.87 dengan persamaan linier penurunan kecerahannya $y = -2018x + 59.095$ $R^2 = 0.7578$; intensitas warna (*chroma*) sebelum penyimpanan 26.76 dan setelah penyimpanan 24.41 dengan persamaan linier penurunan intensitas warnanya $y = -0.1707x + 26.638$ $R^2 = 0.9121$; kadar air sebelum penyimpanan 9.62% dan setelah penyimpanan 22.68%; serta kadar β -karoten sebelum penyimpanan 0.7265 mg/gr bahan dan setelah penyimpanan 0.5272 mg/gr bahan.



I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Permasalahan

Kekurangan vitamin A merupakan salah satu masalah gizi yang masih dihadapi Indonesia. Untuk mengatasinya maka perlu diusahakan peningkatan konsumsi vitamin A, antara lain dengan mengkonsumsi langsung sumber-sumber vitamin A yang secara alami ada di Indonesia atau pengkayaan makanan tertentu dengan bahan pangan sumber vitamin A. Sumber-sumber vitamin A dapat diperoleh dari binatang ternak maupun tanaman dalam bentuk provitamin A, baik sayur-mayur atau buah-buahan. Tanaman khas Indonesia yang banyak mengandung provitamin A antara lain buah mangga, pepaya, wortel, dan lain-lain.

Wortel (*Daucus carota* L.) termasuk tanaman bukan semusim yang dapat tumbuh di musim hujan atau kemarau, dan merupakan sayuran yang cukup terkenal serta digemari di kalangan masyarakat, karena selain rasanya yang enak juga mudah dalam pengolahannya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hampir keseluruhan dari tanaman wortel memiliki fungsi penting untuk menjaga kesehatan tubuh, utamanya pada bagian umbinya yang sering dikenal sebagai sayur wortel itu sendiri. Umbi wortel banyak mengandung provitamin A (β -karoten), umbi wortel dapat berfungsi sebagai sumber antioksidan yang baik untuk mengurangi resiko serangan jantung, penyempitan pembuluh darah, mencegah "bensopiren" penyebab kanker paru-paru, mempertahankan jaringan ari, membantu proses reproduksi, membersihkan darah, dan menguatkan gigi; wortel juga mengandung coumarin yang juga bermanfaat untuk mencegah penyakit kanker, dan phtalide yang berkhasiat sebagai obat penenang. Nilai vitamin A wortel boleh dikatakan tinggi dibandingkan dengan sayuran lainnya, yakni sebesar 12.000 SI. Kandungan provitamin A wortel hanya kalah oleh daun pepaya, daun petai cina, dan daun singkong (Borenstein, 1978).

Pemanfaatan umbi wortel masih sebagai sayuran segar. Diversifikasi produk wortel di Indonesia masih belum banyak dikembangkan. Padahal bila pengolahan umbi wortel sudah dikembangkan diharapkan dapat menambah jumlah konsumsi

umbi wortel, mengurangi kerugian karena komoditi yang tidak dikonsumsi sekaligus juga menanggulangi masalah defisiensi vitamin A di Indonesia. Selain itu, konsumen di Indonesia cenderung menyukai wortel yang masih muda untuk dikonsumsi karena lebih lunak dan mudah diolah, sedangkan wortel tua biasanya di pasar-pasar induk menjadi produk afkiran, padahal kandungan provitamin A lebih banyak terdapat pada wortel yang tua saat panen (Weichmann, 1987).

Ditinjau dari segi ekonomi, wortel penting artinya bagi para petani pengusaha terutama karena waktu budidaya yang pendek sehingga dapat segera dipanen. Rukmana (1995) melaporkan bahwa produksi wortel di Indonesia mencapai 12,89 ton tiap hektar. Kebanyakan sayuran memang termasuk tanaman yang pembudidayaannya mudah dan mampu memberi hasil yang melimpah, sehingga untuk konsumen harganya bisa murah. Namun wortel tergolong sayuran yang mudah rusak (*perishable food*) selama penyimpanan, terutama pada kandungan β -karotennya, sehingga perlu adanya pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan daya simpan sekaligus mengurangi kerusakan zat gizinya. Untuk mengurangi kerusakan yang terjadi selama masa penyimpanan, umumnya buah dan sayur diolah menjadi produk kering. Salah satu upaya pemanfaatan wortel yaitu dengan mengolahnya menjadi tepung wortel dengan cara pengeringan. Tepung wortel memiliki daya simpan yang panjang karena kadar airnya rendah, selain itu tepung wortel juga dapat digunakan sebagai bubuk pewarna alami dalam makanan karena warnanya yang cukup menarik. Pewarna alami seperti tepung wortel dapat digunakan misalnya pada saos, pasta, bubur bayi, es krim, mentega, margarin, minyak makan, dan sebagainya. Selain itu tepung wortel juga dapat memperkaya zat gizi pada makanan tersebut, yaitu provitamin A.

Dalam pengeringan buah dan sayur sering terjadi pencoklatan pada bahan, yang menyebabkan bahan menjadi tidak menarik. Perubahan warna tersebut disebabkan karena adanya warna coklat yang muncul yang merusak warna alami dari bahan. Kelemahan lain dari pewarna alami yaitu bersifat tidak stabil selama penyimpanan karena sifatnya yang mudah teroksidasi sehingga menyebabkan perubahan warna menjadi tidak menarik. Sedangkan pewarna buatan cenderung disukai karena zat pewarna buatan murah, mudah didapat, warna elok, dan

memiliki kestabilan tinggi. Dari segi kesehatan penggunaan pewarna alami lebih baik daripada pewarna buatan (misal pewarna tekstil) yang ditengarai masih digunakan oleh produsen makanan, padahal pewarna buatan dapat menimbulkan penyakit hati dan ginjal sehingga tidak dapat digunakan untuk makanan (*non food grade*) (Pidada, 1983).

1.2 Perumusan Masalah

Wortel (*Daucus carota* L.) merupakan komoditas pertanian yang memiliki potensi cukup besar, namun umur simpannya relatif pendek. Salah satu upaya untuk mengatasinya adalah dengan cara mengolah wortel menjadi tepung wortel. Masalahnya warna tepung wortel bersifat kurang stabil selama penyimpanan, dan pada pengeringan bahan dapat terjadi pencoklatan selama proses sehingga perlu dilakukan suatu perlakuan untuk mencegahnya antara lain dengan memberi perlakuan pendahuluan sebelum pengeringan. Ada beberapa cara perlakuan pendahuluan, antara lain : blansing, perendaman dalam larutan natrium klorida dan larutan natrium metabisulfit. Namun perlakuan pendahuluan yang tepat belum diketahui sehingga perlu dilakukan penelitian.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui perlakuan pendahuluan pada proses pengolahan tepung wortel yang paling sesuai sehingga dihasilkan tepung dengan rendemen tinggi, memiliki sifat kimia dan sifat fisik, serta stabilitas warna baik selama penyimpanan.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberi bahan informasi bagi industri pangan mengenai proses pengolahan tepung wortel. Selain itu, penggunaan tepung wortel dalam produk pangan diharapkan dapat menambah nilai guna dan nilai ekonomis dari sayur wortel, serta menempatkan komoditas wortel sebagai produk pangan fungsional yang cukup berpotensi.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Botani Wortel

Wortel (*Daucus carota* L.), menurut Vavilov dalam Rukmana (1995), merupakan tanaman sayuran yang berasal dari dataran Asia yang selanjutnya menyebar ke Eropa, Afrika Utara, Amerika Utara, Amerika Selatan dan tak terkecuali menyebar ke Indonesia. Wortel dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian mulai dari 400 meter dari permukaan air laut, sedangkan pertumbuhan optimalnya memerlukan ketinggian 1.200-1.500 meter dari permukaan air laut. Sehingga sayuran ini termasuk dalam golongan sayuran dataran tinggi (Ali dan Rahayu, 2001). Luas perkebunan wortel di Indonesia berdasarkan hasil survei pertanian tanaman sayur di Indonesia pada tahun 1991, mencapai 13.398 hektar yang tersebar di 16 Propinsi. Produksi wortel di Indonesia mencapai 12,89 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.

Dalam dunia tumbuhan, klasifikasi tanaman wortel selengkapnya menurut Ali dan Rahayu (2001) adalah sebagai berikut :

- Divisi : *Spermatophyta*
- Klas : *Angiospermae*
- Subklas : *Dicotyledoneae*
- Ordo : *Umbellales*
- Famili : *Umbelliferae / Apiaceae / Ammiaceae*
- Genus : *Daucus*
- Spesies : *Daucus carota*

Umbi wortel berwarna oranye tetapi beberapa varietas ada yang berwarna merah tua dan varietas-varietas lain berwarna putih atau kuning. Tanaman ini memiliki akar tunggang yang berubah bentuk dan fungsi menjadi bulat memanjang yang disebut umbi, bagian inilah yang umumnya disebut wortel. Menurut strukturnya, umbi wortel merupakan akar yang lonjong berbentuk lingkaran, mempunyai lingkaran yang berwarna gelap pada kulit (bagian luar), agak oranye pada pembuluh tapis (bagian dalam) dan berwarna kuning kehijau-

hijauan pada pusatnya. Adanya warna-warna yang kuat tersebut karena terdapatnya pigmen-pigmen karotenoid (Priestley, 1979). Menurut Weier dalam Paul dan Palmer (1972) karotenoid dengan konsentrasi yang tinggi dijumpai pada pembuluh tapis (bagian dalam).

Menurut Ali dan Rahayu (2001), jenis wortel menurut panjang umbinya dibagi menjadi 3 macam, yaitu :

a. Wortel berumbi pendek

Jenis ini ada yang mempunyai umbi berbentuk bundar dengan panjang 5-6 cm, ada yang memanjang seperti silinder seukuran jari dengan panjang 10-15 cm dengan ujung bertipe nantes (bentuk peralihan antara meruncing dan tumpul). Wortel ini lebih cepat matang dengan warna kuning kemerahan, berkulit halus, rasanya garing dan agak manis, serta memiliki cita rasa yang baik.

b. Wortel berumbi sedang

Panjang umbi sekitar 15-20 cm, dengan 3 bentuk : memanjang seperti kerucut dengan ujung umbi bertipe imperator (meruncing); tipe chantenay yang tumpul; memanjang seperti silinder dengan ujung umbi bertipe nantes. Paling baik untuk ditanam sebagai tanaman pekarangan dengan warna kuning memikat, berkulit tipis, berasa garing dan agak manis, serta cocok untuk disimpan dingin.

c. Wortel berumbi panjang

Panjang umbi sekitar 20-30 cm, umbi seperti kerucut dengan ujung bertipe imperator dan warna umbi berkisar antara merah cerah hingga merah tua.

2.2 Komposisi Nutrisi Wortel

Nilai vitamin A wortel boleh dikatakan tinggi dibandingkan dengan sayuran lainnya, yakni sebesar 12.000 SI. Nilai ini hanya kalah oleh daun pepaya 18.250 SI, daun petai cina 17.800 SI, dan daun singkong 13.000 SI. Pengukuran vitamin A ditentukan penggunaannya dalam satuan internasional (International Unit), satu satuan internasional vitamin A adalah sama dengan 0,3 µg vitamin A dan 0,6 µg β-karoten (Borenstein, 1978). Kandungan zat gizi wortel segar seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Wortel Segar Per 100 Gram Bahan

No.	Bahan penyusun	Kandungan gizi
1.	Kalori (kal)	42,00
2.	Karbohidrat (g)	9,30
3.	Lemak (g)	0,30
4.	Protein (g)	1,20
5.	Kalsium (mg)	39,00
6.	Fosfor (mg)	37,00
7.	Besi (mg)	0,80
8.	Vitamin A (SI)	12.000,00
9.	Vitamin B (mg)	0,06
10.	Vitamin C (mg)	6,00
11.	Air (g)	88,20
12.	Bagian yang dapat dimakan (%)	88,00

Sumber : Anonim (1979) dalam Rukmana (1995)

Vitamin A diperlukan untuk mempertahankan jaringan ari dan penting pula untuk membantu proses reproduksi, membersihkan darah, dan menguatkan gigi. Beta-karoten yang terkandung dalam wortel terbukti bermanfaat untuk mengurangi resiko serangan jantung dan penyempitan pembuluh darah (Ali dan Rahayu, 2001). Hasil penelitian *National Cancer Institute* (1991), wortel mengandung senyawa "Beta-karoten". Zat ini dapat mencegah "bensopiren" penyebab kanker paru-paru. Kandungan karoten (pro-vitamin A) pada umbi wortel dapat mencegah penyakit rabun senja (buta ayam) (Rukmana, 1995). Selain mengandung β -karoten, wortel juga mengandung coumarin yang juga bermanfaat untuk mencegah penyakit kanker, dan phtalide yang berkhasiat sebagai obat penenang (Agoes dan Lisdiana, 1995).

Senyawa karotenoid yang mempunyai isomer trans memiliki aktivitas provitamin A 100%. Provitamin A yang paling potensial adalah β -karoten yang ekuivalen dengan 2 vitamin A. Provitamin A bersifat lebih stabil dibandingkan vitamin A. Hal ini mungkin disebabkan karena karotenoid terdapat dalam lokasi yang terhindar terhadap oksigen dalam bahan pangan, misalnya dalam bentuk dispersi koloid dalam media lemak atau dalam bentuk kompleks dengan protein (Andarwulan dan Koswara, 1992). Karotenoid merupakan hidrokarbon atau

turunannya yang terdiri dari poliena (polimer dari isoprena) dan mempunyai rumus molekul $C_{40}H_{56}$ (Winarno dan Laksmi, 1973).

β -karoten banyak terdapat dalam tumbuhan. Wortel, sayuran rindang dan hijau, buah-buahan tropis seperti pepaya dan mangga adalah sumber yang kaya beta-karoten (Madhavi, dkk., 1995). Sifat-sifat fisik dari β -karoten dapat dilihat pada Tabel 2.

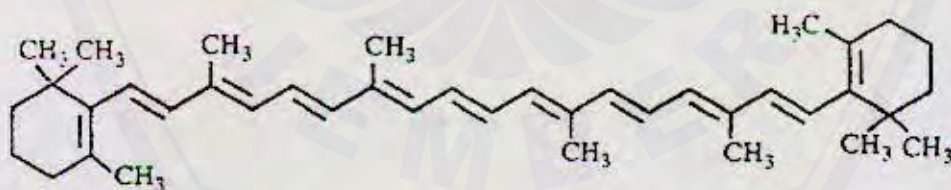
Tabel 2. Sifat Fisik β -karoten

Bobot molekul	:	536.85
Warna	:	tungu kelam hingga kristal merah
Titik lebur ($^{\circ}C$)	:	176- 183
Daya larut pada $25^{\circ}C$:	tidak larut air atau glycerol; sedikit larut dalam ethyl alkohol; larut dalam lemak dan minyak

Sumber : Madhavi, dkk. (1995)

Struktur ikatan ganda dalam molekul β -karoten sangat sensitif terhadap kerusakan oksidasi pada udara terbuka. Penyimpanan di udara terbuka pada suhu $20^{\circ}C$ selama 6 minggu menyebabkan kerusakan β -karoten mencapai 25%. Sedangkan penyimpanan pada suhu $45^{\circ}C$ selama 6 minggu menyebabkan β -karoten hampir rusak total. β -karoten juga sensitif terhadap cahaya, temperatur, dan kondisi asam (Madhavi, dkk., 1995).

Berikut ini struktur dari senyawa β -karoten menurut Madhavi, dkk. (1995).



Gambar 1. Struktur β -karoten (*trans*)

Apabila terdapat oksigen, kerusakan karotenoid terjadi lebih banyak dan dipacu oleh cahaya, enzim dan ko-oksidasi dengan hidroperoksida lemak. Senyawa hasil oksidasi tersebut tidak mempunyai aktifitas vitamin A lagi. Bahan makanan yang dikeringkan sangat mudah mengalami kehilangan aktifitas vitamin

A dan provitamin A, karena pengeringan di samping memberi kesempatan terjadinya oksidasi, yang terjadi melalui mekanisme oksidasi radikal bebas, juga karena adanya degradasi termal (Andarwulan dan Koswara, 1992).

Menurut Kreisman (1980) dalam Fennema (1996) konsentrasi β -karoten pada wortel yang telah dimasak dan dikeringkan sebagai berikut :

Tabel 3. Konsentrasi β -karoten pada wortel yang diolah kering.

Perlakuan	Konsentrasi β -karoten ($\mu\text{g/g}$ padatan)
Segar	980 – 1860
<i>Explosive puff dried</i>	805 – 1060
<i>Vacuum freeze dried</i>	870 – 1125
<i>Conventional air dried</i>	636 – 987

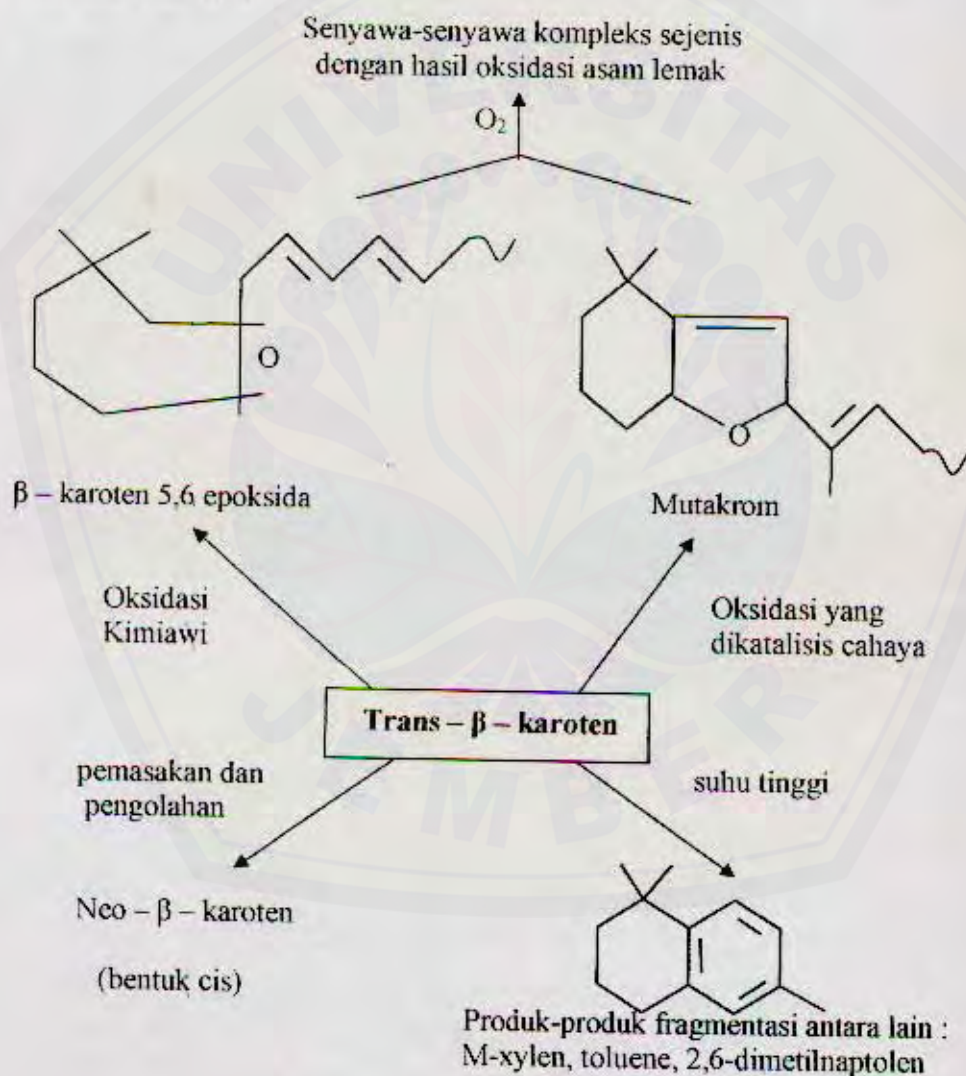
Sumber : Kreisman (1980) dalam Fennema (1996)

2.3 Warna

Penentuan mutu bahan makanan umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor di antaranya cita rasa, warna, tekstur, nilai gizi dan sifat mikrobiologisnya. Tetapi sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan, secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Baik tidaknya cara pencampuran atau pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam atau merata (Winarno, 1997). Selain itu, warna dapat memberi petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan, seperti pencoklatan dan pengkaramelan (deMan, 1997).

Warna oranye dari wortel disebabkan oleh salah satu pigmen karotenoid yaitu pigmen β -karoten (Madhavi, dkk., 1995). Warna yang timbul tersebut disebabkan karena adanya sistem konjugasi ikatan rangkap. Adanya cahaya, asam dan panas menyebabkan perubahan bentuk trans menjadi cis dan mengakibatkan warna menjadi lebih terang (deMan, 1997). Menurut Andarwulan dan Koswara (1992) dengan adanya oksigen dapat menyebabkan oksidasi kimiawi β -karoten menghasilkan 5,6-epoksida yang kemudian berubah menjadi isomernya yaitu 5,8 epoksida yang merupakan mutakrom. Sedangkan oksidasi yang

dikatalisis oleh cahaya biasanya menghasilkan senyawa mutakrom. Pemecahan lebih lanjut produk-produk oksidasi tersebut menghasilkan senyawa kompleks yang semacam dengan hasil oksidasi asam lemak. Selain itu adanya oksigen juga akan mengaktifkan enzim *karotenoksidase* (Wahyudi, 1992) dan enzim-enzim fenolase lainnya yang umumnya terdapat pada buah dan sayur, dimana enzim-enzim tersebut dapat memicu terjadinya oksidasi. Oksidasi pada buah dan sayur menimbulkan warna gelap sehingga membuat warna bahan menjadi tidak menarik dan merupakan indikasi adanya kehilangan zat gizi karena produk hasil oksidasi sulit untuk dicerna.



Gambar 2. Degradasi β - karoten

Beberapa karotenoid sekarang disintesis secara niaga dan dipakai sebagai pewarna makanan karena sebagai pewarna makanan β -karoten tidak menimbulkan kerusakan pada bahan makanan dan bukan merupakan zat yang beracun bagi tubuh. Karena daya mewarnai yang tinggi, pewarna ini dipakai dalam makanan pada konsentrasi 1-25 ppm (Dziezak dalam deMan, 1997). Senyawa ini tidak stabil dalam cahaya tetapi menunjukkan kestabilan yang baik pada pemakaian dalam makanan. Meskipun senyawa ini larut dalam lemak, telah dikembangkan bentuk yang terdispersi dalam air untuk dipakai dalam berbagai bahan makanan (deMan, 1997).

Suatu bahan pangan kering dapat diterima konsumen jika mempunyai rasa, aroma, dan warna yang masih mempunyai nilai gizi yang tinggi dan harus mempunyai stabilitas penyimpanan yang baik (Desrosier, 1988).

2.4 Tepung Wortel

Pengolahan wortel menjadi tepung bermanfaat untuk memperpanjang umur simpan wortel, dan dapat diolah lebih lanjut menjadi produk lain. Menurut Wahyudi (1992) wortel segar mempunyai daya simpan relatif pendek berkisar 7-8 hari, sehingga dengan mengolahnya menjadi tepung, wortel yang rusak karena mekanis maupun yang rusak di pasar dapat dimanfaatkan dan dapat memperpanjang daya simpannya.

Tepung wortel dapat digunakan sebagai bahan pencampur pada makanan bayi maupun sebagai sumber provitamin A dalam bahan lain. Selain itu juga berfungsi sebagai bahan pewarna alami yang aman. Sehingga dengan adanya diversifikasi dan aplikasi tepung wortel yang dapat memperkaya (*enrichment*) dalam berbagai produk pangan dapat mengkategorikan wortel sebagai salah satu pangan fungsional yang cukup penting.

Syarat mutu tepung wortel di Indonesia masih belum ditetapkan. Oleh karena itu syarat mutu tepung wortel mengacu pada Syarat Mutu Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan yang telah ditetapkan dalam Standart Nasional Indonesia nomor SNI 01-3751-2000 (Anonim, 2000). Syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan berdasarkan SNI dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat Mutu Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	• Bentuk	-	serbuk
	• Bau	-	normal (bebas dari bau asing)
	• Rasa	-	normal (bebas dari bau asing)
	• Warna	-	putih, khas terigu
2	Benda asing	-	tidak boleh ada
3	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	tidak boleh ada
4	Kehalusan, lolos ayakan 212	-	min. 95 %
5	Air	%, b/b	maks. 14,5 %
6	Abu	%, b/b	maks. 0,6 %
7	Protein (N x 5,7)	%, b/b	min. 7,0 %
8	Keasaman	mg KOH/100 gr	maks. 50/100 gr contoh
9	Falling number	detik	min. 300
10	Besi (Fe)	mg/kg	min. 50
11	Seng (Zn)	mg/kg	min. 30
12	Vitamin B1 (thiamin)	mg/kg	min. 2,5
13	Vitamin B2 (riboflavin)	mg/kg	min. 4
14	Asam folat	mg/kg	min. 2
15	Cemaran logam		
	• Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 1,10
	• Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
	• Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 10
16	Cemaran arsen	mg/kg	maks. 0,5
17	Cemaran mikroba		
	• Angka lempeng total	koloni/g	maks. 10^6
	• <i>E. coli</i>	APM/g	maks. 10
	• Kapang	koloni/g	maks. 10^4

Sumber : Anonim (2000)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan tepung wortel berdasarkan pada pembuatan tepung wortel yang telah dilakukan oleh Wahyudi (1992), antara lain sortasi, pencucian dan pengupasan, pemotongan, perendaman dalam larutan garam 0.05%, blansing, dan perendaman dalam larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm), pengeringan, penggilingan serta pengayakan.

2.4.1 Pembuatan Tepung Wortel

Menurut Winamo, dkk. (1980) selama pengeringan dapat terjadi perubahan warna, tekstur, aroma dan lain-lain, meskipun perubahan tersebut dapat dikurangi sesedikit mungkin dengan jalan memberi perlakuan pendahuluan terhadap bahan pangan yang akan dikeringkan.

a. Sortasi

Menurut Bradley dan Smittle dalam Wahyudi (1992), wortel yang akan ditepung dipilih wortel yang telah masak dengan warna jingga merah. Makin jingga warnanya, semakin tinggi kandungan β - dan α - karotennya. Wortel hendaknya diambil yang berwarna jingga penuh. Keuntungan wortel ini adalah tepung wortel yang dihasilkan warnanya lebih baik daripada wortel yang kusam.

Sortasi wortel dilakukan untuk menghindarkan kotoran, wortel yang busuk, dan wortel yang terkena penyakit. Sortasi dilakukan lebih teliti apabila wortel yang menjadi bahan baku adalah wortel sortiran, baik dari pasar maupun yang mengalami kerusakan mekanis (Wahyudi, 1992).

b. Pencucian dan Pengupasan

Wortel yang telah disortasi langsung dicuci dengan air hingga bersih kemudian dikupas. Pada beberapa sayuran, terutama sayuran umbi (seperti kentang dan wortel), saat dicuci perlu disikat, tetapi digunakan bahan yang lembut. Maksudnya agar permukaan sayuran tidak rusak sehingga mikroorganisme tidak masuk melalui luka itu. Sayuran yang telah dicuci segera dikeringkan agar partikel air tidak masuk ke dalam kulit sayuran. Masuknya partikel air ini dapat membuat sayuran menjadi cepat lembek (Anonim, 1992).

c. Pemotongan

Menurut Williams dalam Subeki (1998), sebelum dilakukan pemasakan, sayuran dipotong-potong, dihilangkan bagian yang tidak diperlukan. Pemotongan dilakukan untuk memudahkan pengeringan dan harus dikerjakan secepatnya untuk menghindari terjadinya perubahan warna. Pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan pisau tahan karat. Wortel diiris-iris tipis dengan ukuran 2-3 mm seragam. Pemotongan ini berguna untuk penetrasi panas selama pengeringan sehingga waktu pengeringan lebih cepat (Wahyudi, 1992).

Bahan yang telah dipotong-potong dengan ukuran dan bentuk yang seragam diberi beberapa variasi perlakuan sebelum bahan dikeringkan, yang bertujuan untuk mencegah terjadinya perubahan yang tidak diinginkan selama proses pengeringan berlangsung, khususnya perubahan warna. Perlakuan pendahuluan sebelum pengeringan tersebut antara lain : perendaman dalam larutan garam, blansing dan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit yang divariasikan.

d. Perendaman dalam larutan garam

Perendaman dalam larutan garam bertujuan untuk menguatkan tekstur (*firming agent*), sebagai bahan pengawet alami dan mengurangi terjadinya pencoklatan. Desrosier (1988) menyatakan bahwa larutan garam juga telah digunakan untuk pengendalian sementara perubahan warna dan biasanya dilakukan dalam pembuatan bahan pangan di rumah.

Menurut Wahyudi (1992) perendaman dalam larutan garam 0.05% dapat mencegah terjadinya pencoklatan yang disebabkan oleh efek reaksi ion Na^+ dari garam dengan asam amino. Dimana pencoklatan dapat terjadi secara enzimatik maupun non-enzimatik, sehingga dengan adanya efek reaksi tersebut dapat menghambat keduanya. Efek reaksi dari ion Na^+ tersebut dapat menghalangi protein untuk berinteraksi dengan gula reduksi sehingga mencegah terjadinya pencoklatan non-enzimatik (reaksi *Maillard*). Efek tersebut juga dapat mempengaruhi protein pada enzim perusak sehingga mengganggu kinerja enzim dalam mengoksidasi sehingga mencegah terjadinya pencoklatan enzimatik. Selain itu perendaman dalam larutan garam juga mencegah terjadinya kontak langsung antara bahan dengan oksigen sehingga pencoklatan dapat dihambat.

NaCl adalah bagian yang penting dalam makanan. Menurut Desrosier (1988), garam dalam larutan suatu substrat bahan pangan dapat menekan pertumbuhan kegiatan pertumbuhan mikroorganisme tertentu, yang berperan dalam membatasi air yang tersedia, dapat mengeringkan protoplasma dan menyebabkan plasmolisis. Pada umumnya natrium klorida digunakan dalam pengeringan. Mekanisme garam sebagai pengawet pada bahan pangan adalah sebagai berikut : garam diionisasikan, setiap ion menarik molekul-molekul air di

sekitarnya. Proses ini disebut hidrasi ion. Garam ini sendiri bertindak sebagai penyeleksi terhadap mikrobia yang dapat tumbuh.

e. **Blansing**

Setelah direndam larutan garam dan ditiriskan, potongan wortel tersebut diblansing uap selama ± 4 menit (Ali dan Rahayu, 2001). Blansing atau perebusan merupakan cara pemasakan dalam medium air mendidih sekitar 100°C (Williams dalam Subeki, 1998).

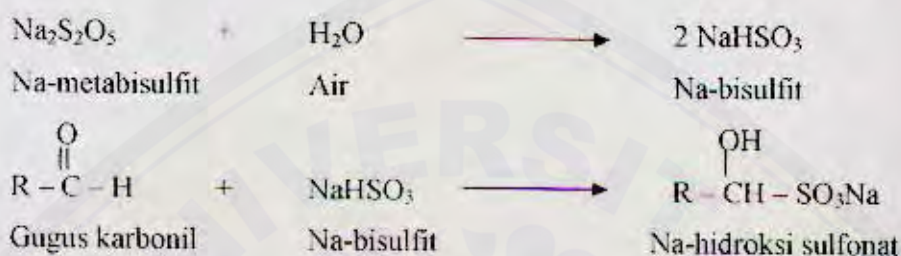
Menurut Novary (1999), tujuan blansing antara lain : a) menghentikan atau menghambat aktifitas enzim agar perubahan yang tidak diinginkan dapat dicegah; b) membunuh sebagian jasad renik atau mikroba pembusuk; c) mematkan jaringan bahan yang berarti menghentikan proses pernapasan; d) menghilangkan lendir dan kotoran yang melekat; e) mengurangi aroma dan rasa mentah yang tidak dikehendaki; f) mempercepat pengeringan, dengan blansing sel-sel pecah dan rusak sehingga air akan keluar dan menguap; dan g) mengeluarkan gas-gas. Pemanasan akan menyebabkan dinding sel menjadi lebih lunak dan permeable terhadap air sehingga akan mempercepat terjadinya penguapan air dari bahan. Dengan demikian proses pengeringan menjadi lebih cepat.

Blansing pada wortel berguna untuk menonaktifkan enzim *karotenoksidase*. Senyawa karotenoid ini, menurut Dudson (1979) dalam Wahyudi (1992), menyebabkan rasa pahit pada wortel yang diidentifikasi sebagai *isokumarin*. Dengan proses blansing, karotenoid bisa dinonaktifkan sehingga rasa pahit bisa dikurangi.

f. **Sulfitasi**

Sulfit mencakup dioksida belerang (SO_2), sodium sulfit (Na_2SO_3), sodium bisulfit (NaHSO_3) dan sodium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), biasanya digunakan sebagai *antimicrobial agent* (Madhavi, dkk., 1995). Sulfitasi yang umum dilakukan adalah dengan merendam bahan dalam larutan sulfit atau menambahkan langsung sulfit pada bahan. Sulfitasi secara perendaman dilakukan sesudah blansing dan sebelum pengeringan untuk mencegah reaksi pencoklatan, bau, dan menambah ketahanan asam askorbat serta mempunyai sifat antiseptik (Apandi, 1984). Sedangkan menurut Desrosier (1988), sulfurasi sayuran kering dapat

melindungi zat gizi tertentu dan mengendalikan diskolorisasi. Pemakaian senyawa sulfit adalah sebagai suatu langkah pengurangan atau pencegahan terjadinya reaksi pencoklatan enzimatis maupun non-enzimatis pada bahan pangan. SO_2 dapat menghambat reaksi *browning* yaitu kerusakan utama pada pengeringan sayuran. Sulfit dapat menggantikan gugus karbonil dari gula reduksi dalam reaksi karbonil amino membentuk hidroksil sulfonat, sehingga gugus tersebut tidak dapat bereaksi dengan asam amino (Winarno (1983) dalam Susanto, 1997).



Gambar 3. Reaksi Pembentukan Hidroksi Sulfonat

Sehingga dengan sifatnya yang tergolong sebagai antioksidan dapat mencegah terjadinya kerusakan maupun kehilangan kandungan β -karoten pada bahan dalam jumlah yang lebih besar selama pengolahan.

Tetapi juga ada ketidakbaikannya, yaitu menyebabkan bau dan cita rasa yang kurang enak, memucatkan warna, dan juga mempunyai efek destruktif terhadap vitamin B (Apandi, 1984), serta dapat mempercepat serangan sakit asma pada beberapa individu (Madhavi, dkk., 1995).

Batas aman penggunaan sulfit pada bahan makanan yang diizinkan adalah sampai 500 ppm (5 mg/kg). Residu SO_2 dalam bahan pangan yang dapat diterima tidak boleh lebih dari 500 ppm, sebab akan berpengaruh terhadap aroma. Residu SO_2 dalam bahan pangan dapat berkurang selama penyimpanan (Apandi, 1984). Menurut Harschoerfer (1984) dalam Hermawan (2003), jumlah penerimaan perhari untuk kandungan sulfit dalam bahan pangan yang dikonsumsi adalah 42 mg/60 kg berat badan manusia. Jika dikonsumsi secara berlebih dapat menimbulkan gangguan pernapasan.

Senyawa metabisulfit lebih stabil daripada bisulfit maupun sulfit. Natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) merupakan bahan kimia berbentuk kristal atau bubuk putih yang berbau sulfit (SO_2) dapat larut dengan mudah di dalam air dan larut sebagian di dalam alkohol serta umumnya lebih murah dan mudah didapat (Apandi, 1984).

g. Pengeringan

Tujuan proses pengeringan adalah untuk mengurangi kandungan air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroba yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti, juga perubahan-perubahan akibat kegiatan enzim-enzim sehingga dengan pengeringan bahan dapat disimpan cukup lama dalam keadaan layak (Desrosier, 1988).

Dengan berkurangnya kadar air, bahan pangan akan mengandung senyawa-senyawa seperti protein, karbohidrat, lemak, dan mineral-mineral dalam konsentrasi yang lebih tinggi, akan tetapi vitamin-vitamin dan zat warna pada umumnya menjadi rusak atau berkurang. β -karoten dalam wortel rentan terhadap sinar ultraviolet, sehingga agar diperoleh kandungan provitamin A maksimal dalam tepung wortel maka dihindari pengeringan dengan sinar matahari. Selama pengeringan juga terjadi perubahan-perubahan tekstur dan aroma. Perubahan warna disebabkan oleh reaksi-reaksi *browning* non-enzimatis, yang paling sering terjadi adalah reaksi antara asam-asam amino dengan gula pereduksi (Winarno, dkk., 1980).

Pengeringan bahan dilakukan dengan oven dengan suhu pengeringan 50°C (Ali dan Rahayu, 2001). Proses pengeringan bila dilakukan pada suhu yang terlalu tinggi, akan menyebabkan *case hardening* yaitu bahan pada bagian luar sudah kering tetapi pada bagian dalamnya masih basah. Hal ini disebabkan terhambatnya penguapan air sebagai akibat mengerasnya bagian permukaan bahan dan juga karena penggumpalan protein pada permukaan bahan atau tekstur dari pati jika bahan dikeringkan akan menjadi keras dan didalamnya terjadi gelatinisasi pati (Winarno, dkk., 1980). Selain itu menurut Taib, dkk. (1988), bahan yang banyak mengandung zat terlarut pengeringannya berjalan lambat. Jika konsentrasi larutan pada bahan lebih besar, pengeringan menjadi lebih lama.

h. Penggilingan dan Pengayakan

Irisan kering wortel kemudian dihancurkan atau digiling menggunakan blender hingga benar-benar homogen. Hasil gilingan diayak dengan ayakan berukuran 60 mesh (Ali dan Rahayu, 2001) sehingga diperoleh tepung wortel. Tepung yang diperoleh dengan pengayakan mempunyai ukuran partikel seragam.

2.4.2 Perubahan Yang Terjadi Selama Proses Pengolahan

Buah dan sayur merupakan komoditas yang mudah mengalami kerusakan baik dalam pengolahan maupun penyimpanannya. Pada pembuatan tepung wortel ini perubahan-perubahan yang mungkin terjadi selama proses pengolahan maupun penyimpanannya antara lain adalah gelatinisasi, retrogradasi dan sineresis pada pati: denaturasi protein serta reaksi pencoklatan (*browning*).

Gelatinisasi dapat terjadi saat pengolahan tepung wortel yakni pada saat blansing. Mekanisme terbentuknya gel yang lebih padat dan viscous disebabkan karena molekul-molekul amilosa secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan hidrogen yang lemah. Naiknya suhu akan menyebabkan air bebas masuk di antara molekul-molekul pati sehingga ukurannya menjadi besar dan terjadi penggelembungan. Kemudian molekul-molekul pati yang saling berdekatan akan tarik-menarik membentuk jaringan. Terbentuknya jaringan tiga dimensi ini menyebabkan viskositas sistem dispersi air-pati menjadi mengikat dan terbentuk suatu gel yang viscous. Menurut Meyer dalam Novijanto (2000) peristiwa ini disebut gelatinisasi. Ketika gel yang terbentuk mulai menjadi dingin akan terjadi peristiwa retrogradasi dimana molekul-molekul amilosa mulai berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula sehingga akan terjadi pengendapan. Pada gel yang dingin selanjutnya terjadi sineresis dimana air akan keluar dari granula dan sebagian akan berada dalam rongga-rongga jaringan (Winarno, 1997).

Denaturasi protein dipicu oleh adanya panas, hal ini dapat terjadi selama blansing ataupun pengeringan. Denaturasi protein dapat menyebabkan gugus reaktif pada rantai polipeptida terbuka. Selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau yang berdekatan, semakin banyak ikatan yang terbentuk maka protein tersebut akan mengalami koagulasi dan

membentuk gel. Kemudian protein akan mengendap dan melepaskan cairan yang semula terikat di antara gugus-gugus reaktif protein (Winarno, 1997).

Pada sayur-mayur dan buah-buahan yang dikeringkan umumnya terjadi perubahan warna bahan menjadi coklat (*browning*) baik saat pengolahan maupun penyimpanannya. Pencoklatan pada bahan pangan yang dikeringkan kadang kala dikehendaki untuk memberikan warna yang khas pada makanan, namun tidak jarang pencoklatan dihindari seperti dalam pembuatan tepung wortel ini karena dapat menutupi warna alami dari bahan pangan itu sendiri yang justru ingin dipertahankan dan diharapkan tidak berubah. Secara umum pencoklatan dibagi menjadi dua, yaitu pencoklatan enzimatis dan pencoklatan non-enzimatis.

Reaksi pencoklatan enzimatis tidak terlalu banyak dijumpai pada bahan pangan berkadar air rendah. Bahan pangan berkadar air rendah dengan sendirinya telah mengalami proses pengeringan, baik alamiah maupun buatan, yang artinya telah mengalami pemanasan dengan suhu yang relatif tinggi serta telah mengalami penurunan kadar air, sehingga enzim yang terkandung dalam bahan pangan tersebut menjadi tidak aktif dimana suhu yang sesuai untuk dapat terjadinya aktivitas enzim berkisar antara 20-40°C (Syarief dan Halid, 1991).

Pencoklatan enzimatis terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat senyawa fenolik. Ada banyak sekali senyawa fenolik yang dapat bertindak sebagai substrat dalam proses pencoklatan enzimatis pada buah-buahan dan sayuran. Terjadinya reaksi pencoklatan diperkirakan melibatkan perubahan dari bentuk kuinol menjadi kuinon (Winarno, 1997).

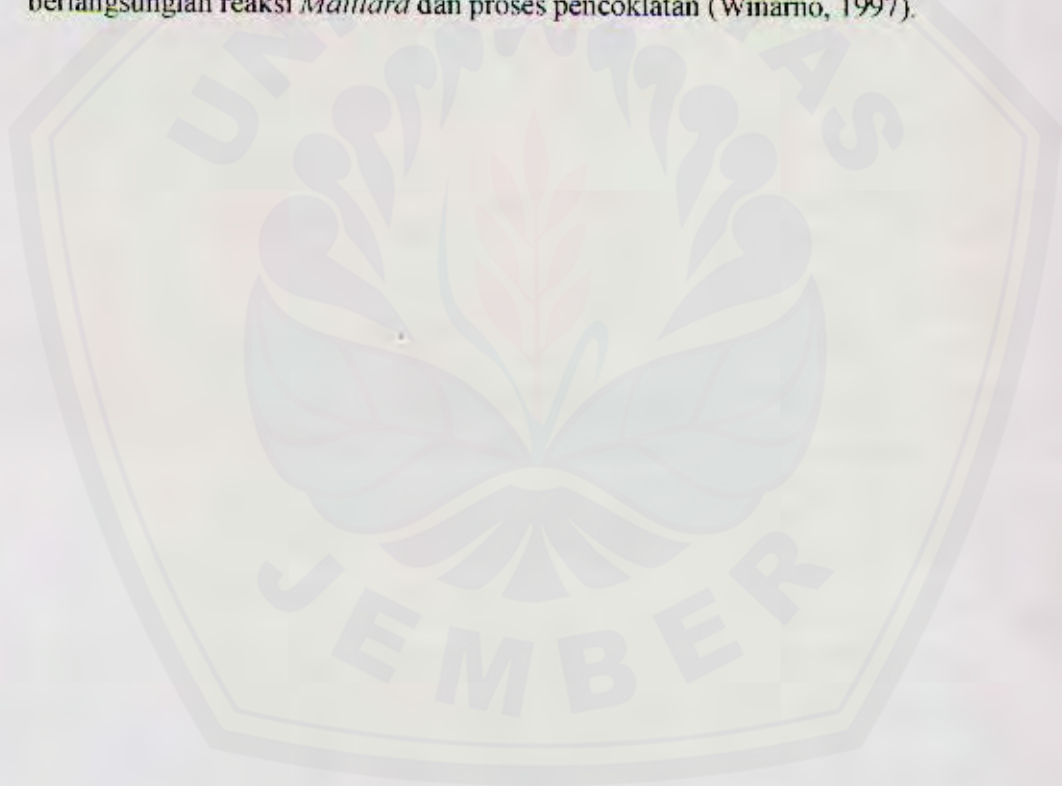
Sedangkan reaksi pencoklatan non-enzimatis dibedakan menjadi tiga antara lain : karamelisasi, reaksi *Maillard*, dan pencoklatan akibat vitamin C.

Reaksi-reaksi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer, disebut reaksi-reaksi *Maillard*. Gugus amina primer biasanya terdapat pada bahan segar sebagai asam amino (Winarno, 1997). Reaksi *Maillard* berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut :

1. Suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino atau dengan suatu gugus amino dari protein sehingga menghasilkan basa *Schiff*.
2. Perubahan terjadi menurut reaksi *Amadori* sehingga menjadi amino ketosa.

3. Dehidrasi dari hasil reaksi *Amadori* membentuk turunan-turunan furfuraldehid.
4. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan hasil antara metil α -dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan α -dikarboksil.
5. Aldehida-aldehida aktif dari 3 dan 4 terpolimerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino membentuk senyawa berwarna coklat yang disebut melanoidin.

Vitamin C (asam askorbat) merupakan suatu senyawa reduktor dan juga dapat bertindak sebagai *precursor* untuk pembentukan warna coklat non-enzimatik. Asam-asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan asam dehidroaskorbat. Dalam suasana asam, cincin lakton asam dehidroaskorbat terurai secara *irreversible* dengan membentuk suatu senyawa diketogulonat; kemudian berlangsunglah reaksi *Maillard* dan proses pencoklatan (Winarno, 1997).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tepung wortel antara lain : wortel tua segar afkir varietas Malang yang dibeli dari Pasar Tanjung, air yang memenuhi kriteria air layak minum, larutan garam dapur/Natrium klorida (NaCl 0.05%), larutan Natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm). Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisa yaitu aquades dan larutan etanol 96% yang didestilasi ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan tepung wortel antara lain : pisau *stainless steel*, talenan, dandang, sarangan, sikat, plastik pembungkus, *tissue*, sendok *stainless steel*, ayakan 60 mesh, blender, kuas kecil, timbangan, *tray dryer*, baskom/wadah plastik, *paya-paya*.

Alat-alat yang digunakan untuk analisa antara lain : neraca analitik Ohaus, krus porselin, spektrofotometer Spectronic 21D Milton Ray, *colour reader* Minolta CR 10, labu ukur 25 ml, pengaduk, kertas saring, corong, *beaker glass* 100 ml, magnetic stirrer SM 24 Stuart Scientific, tanur pengabuan, oven, botol timbang, *stop watch*, eksikator, dan penjepit.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2003 hingga Februari 2004. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian (PHP) dan Laboratorium Pengendalian Mutu Divisi Kimia dan Biokimia Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara memberikan variasi perlakuan pendahuluan antara perendaman dalam larutan garam dapur (natrium klorida 0.05%), blansing, dan perendaman dalam natrium metabisulfid 500 ppm. Data yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan metode deskriptif. Data hasil penelitian disusun dalam tabel-tabel, diklasifikasikan sehingga merupakan suatu susunan urutan data dan dimuat dalam grafik untuk kemudian diinterpretasikan sesuai dengan pengamatan yang ada (Suryabrata, 2002).

Di bawah ini adalah variasi perlakuan pendahuluan yang digunakan dalam proses pembuatan tepung wortel (W), dimana setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

- W1 = diblansing uap ± 4 menit
- W2 = perendaman dalam NaCl 0.05% ± 15 menit
- W3 = perendaman dalam $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm 10-15 menit
- W4 = perendaman dalam NaCl 0.05% ± 15 menit dan diblansing uap ± 4 menit
- W5 = diblansing uap ± 4 menit dan perendaman dalam $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm 10-15 menit
- W6 = perendaman dalam NaCl 0.05% ± 15 menit dan diblansing uap ± 4 menit dan perendaman dalam $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm 10-15 menit

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan mengetahui cara terbaik untuk proses blansing dan pengeringan, selanjutnya dilakukan penelitian utama.

Langkah pertama yang dilakukan dalam pembuatan tepung wortel yaitu menyortir wortel segar berdasarkan kesamaan warna, bentuk, ukuran, tingkat kematangan dan keutuhannya. Kemudian dilakukan pencucian yang disertai pengupasan dengan menggunakan air pencuci yang mengalir. Pengupasan dilakukan dengan cara menggosok kulit wortel dengan sikat yang berbulu lembut untuk menghindari kerusakan pada kulit wortel yang masih banyak mengandung provitamin A. Pengupasan dimaksudkan untuk menghilangkan bagian-bagian

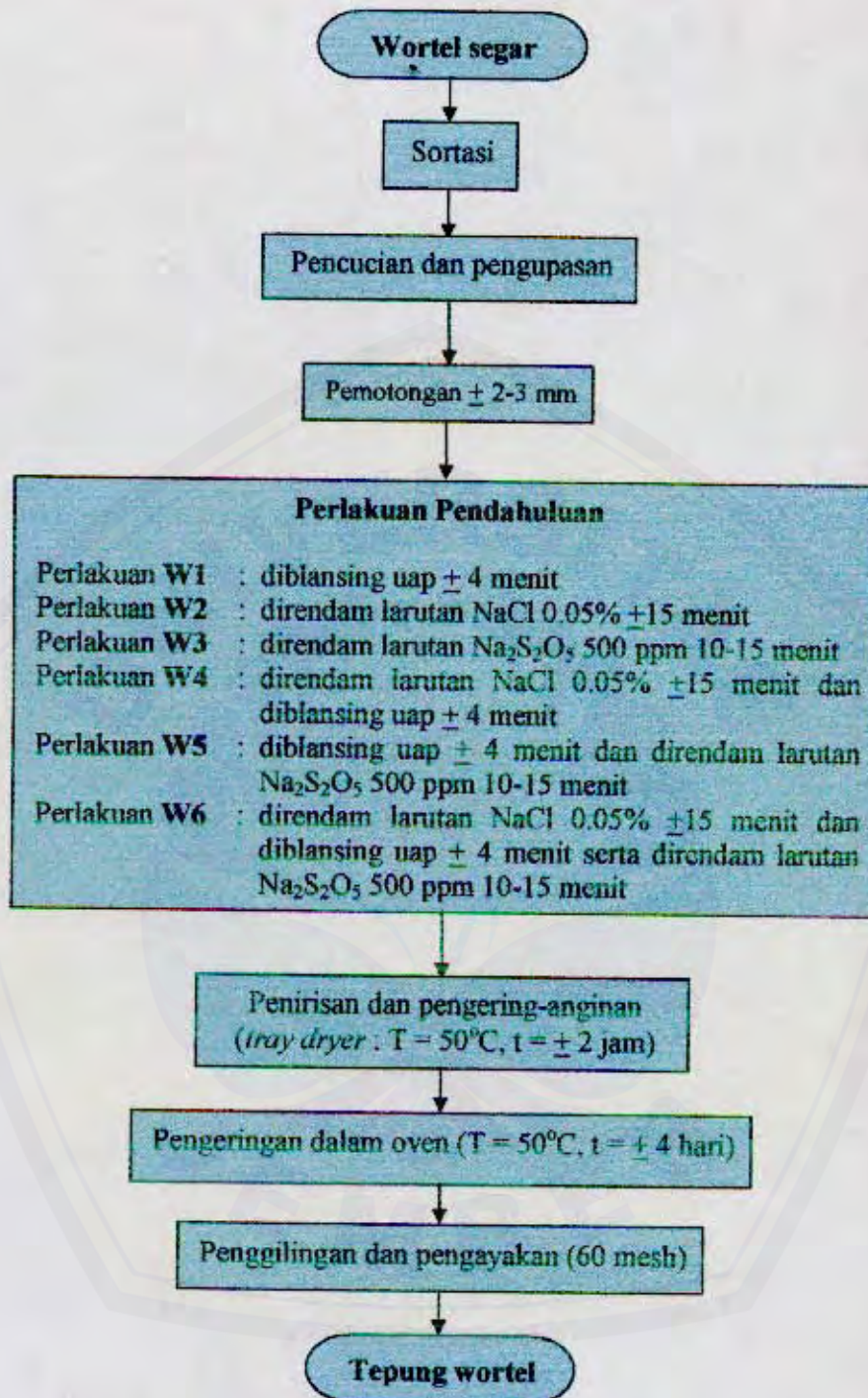
bahan yang tidak dikehendaki maupun bahan yang tidak berguna atau tidak dapat dimakan.

Wortel yang telah dicuci dipotong-potong setipis mungkin ($\pm 2-3$ mm) untuk mempermudah proses pengeringan. Setelah itu dilakukan perlakuan pendahuluan, antara lain : perlakuan W1 wortel diblansing uap ± 4 menit; perlakuan W2 wortel direndam dalam larutan natrium klorida (NaCl) 0.05% selama ± 15 menit; perlakuan W3 wortel direndam dalam larutan natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 500 ppm selama 10-15 menit; perlakuan W4 wortel direndam dalam larutan NaCl 0.05% selama ± 15 menit lalu diblansing uap ± 4 menit; perlakuan W5 wortel diblansing uap selama ± 4 menit lalu direndam dalam larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm selama 10-15 menit; dan perlakuan W6 wortel direndam dalam larutan NaCl 0.05% kemudian direndam dalam larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 500 ppm setelah bahan diblansing.

Sebelum bahan dikeringkan di dalam oven terlebih dahulu dilakukan pengeringan dalam tray dryer selama ± 2 jam pada suhu 50°C setiap satu shaf loyang. Setelah itu bahan dikeringkan di dalam oven dengan suhu pengeringan 50°C selama ± 4 hari untuk meghindari terjadinya pencoklatan dan *case hardening* (pengerasan kulit).

Setelah kering bahan digiling menggunakan blender sampai halus maksimal, dan diayak dengan ukuran ayakan 60 mesh sehingga dihasilkan tepung wortel yang berwarna cukup menarik.

Diagram alir penelitian pembuatan tepung wortel dengan berbagai variasi perlakuan perendaman dalam natrium klorida (NaCl) 0.05 % dan natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 500 ppm dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Tepung Wortel

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang akan diamati dan dianalisa antara lain :

1. Rendemen
2. Kadar Abu
3. Perubahan Warna Selama Penyimpanan
4. Kadar Air (Sebelum dan Setelah Penyimpanan)
5. Kadar β -karoten (Sebelum dan Setelah Penyimpanan)

3.5 Prosedur Analisa

3.5.1 Analisa Rendemen

Analisa rendemen dilakukan dengan cara menimbang wortel segar yang telah dibersihkan dan dipotong-potong (W_1). Setelah itu diblansing, dikeringkan, digiling, dan diayak menjadi tepung wortel. Kemudian tepung wortel ditimbang kembali beratnya (W_2), dan dihitung rendemennya.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

Dimana :

W_1 = berat wortel segar (gram)

W_2 = berat tepung wortel (gram)

3.5.2 Analisa Kadar Abu (Cara Langsung, Sudarmadji, dkk., 1997)

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan secara langsung atau cara kering. Menimbang krus porselin yang sebelumnya telah dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C selama 15 menit dan didinginkan dalam eksikator (A). Menimbang sebanyak ± 2 gram sampel yang sudah dihaluskan dan dihomogenkan dalam krus tersebut (B). Kemudian memijarkan krus tersebut dalam tanur pengabuan sampai diperoleh abu berwarna putih keabu-abuan. Pengabuan tersebut dilakukan dalam dua tahap. Tahap I pada suhu 400°C dan tahap selanjutnya pada suhu 550°C . Selanjutnya mendinginkan krus dan abu dengan cara membiarkan tinggal di dalam tanur pengabuan sampai suhu tanur mencapai 100°C . Kemudian memindahkan krus dan abu tersebut ke dalam eksikator selama 30 menit, setelah dingin ditimbang (C), diulang beberapa kali hingga tercapai berat yang konstan.

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Dimana :

A = berat botol timbang (gram)

B = berat sampel dan krus awal (gram)

C = berat sampel dan krus akhir (gram)

3.5.3 Analisa Warna (*Colour Reader*, Kreamer and Twigg (1979) dalam Nugroho, 2003)

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan *Colour Reader*. Kamera *Colour Reader* ditempelkan pada tepung wortel yang akan diamati dalam posisi tegak lurus, kemudian tekan tombol *on* dan tekan menu target pada *Colour Reader* sehingga nilai L, a dan b sampel tertera pada monitor. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan Kecerahan (L) dan Intensitas Warna (c) tepung wortel. Pengukuran warna dilakukan pada tiga titik yang berbeda pada setiap sampel dan dirata-rata, kemudian dihitung berdasarkan rumus :

L = kecerahan (*lightness*), antara 0 – 100 (semakin tinggi semakin putih)

c = $\sqrt{a^2 + b^2}$

Dimana : a = nilai antara -80 – 100, menunjukkan warna hijau jika nilai negatif dan merah jika nilai positif

b = nilai antara -50 – 70, menunjukkan warna biru jika nilai negatif dan kuning jika nilai positif

c = intensitas warna (*chroma*)

3.5.4 Analisa Kadar Air (Thermogravimetri, Sudarmadji, dkk., 1997)

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan cara pengeringan atau Thermogravimetri. Menimbang botol timbang yang telah dikeringkan selama 15 menit dalam oven bersuhu 100-105°C dan setelah itu didinginkan dalam eksikator (a). Menimbang sampel ±1 gram dalam botol timbang (b). Kemudian botol timbang dimasukkan ke dalam oven selama 4 jam. Lalu botol timbang dipindahkan ke dalam eksikator selama ±15 menit dan ditimbang (c). Penimbangan dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh berat yang konstan.

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

Dimana :

a = berat botol timbang (gram)

b = berat botol dan sampel awal (gram)

c = berat botol dan sampel akhir (gram)

3.5.5 Analisa Kadar β -karoten (Sudarmadji, dkk., 1997)

Penentuan kadar β -karoten tepung wortel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer. Bahan yang telah ditepung ditimbang 2-5 gram, kemudian ditambah etanol 10 ml, dan distirrer selama 10 menit, selanjutnya disaring. Ekstraksi ini dilakukan dua kali. Hasil filtrat digabung dan ditera 25 ml. Filtrat dibaca absorbansinya pada $\lambda = 453 \text{ nm}$ untuk menentukan kandungan β -karoten.

$$\beta\text{-karoten (mg/g)} = \frac{\text{Abs} \times 1\% \times V}{2620 \times \text{beratsampel}(gr)} \times 1000 \text{ mg/g}$$

Dimana :

Abs = Absorbansi pada $\lambda = 453 \text{ nm}$

V = Volume filtrat setelah ditera (25 ml)

$1\%E_{1cm}$ = 2620 (etanol)

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan W5 yaitu variasi antara blansing dan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit 500 ppm memberikan sifat-sifat paling baik pada tepung wortel yang dihasilkan, antara lain rendemen 3.75%; kadar abu 10.12%; kecerahan (*lightness*) sebelum penyimpanan 59.97 dan setelah penyimpanan 56.87 dengan persamaan linier penurunan kecerahannya $y = -2018x + 59.095$ dan nilai $R^2 = 0.7578$; intensitas warna (*chroma*) sebelum penyimpanan 26.76 dan setelah penyimpanan 24.41 dengan persamaan linier penurunan intensitas warnanya $y = -0.1707x + 26.638$ dan nilai $R^2 = 0.9121$; kadar air sebelum penyimpanan 9.62% dan setelah penyimpanan 22.68%; serta kadar β -karoten sebelum penyimpanan 0.7265 mg/gr bahan dan setelah penyimpanan 0.5272 mg/gr bahan.

5.2 Saran

Untuk menjaga mutu tepung wortel selama penyimpanan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai cara pengemasan yang baik serta uji mikrobiologis sehingga sifat-sifat dan stabilitas warnanya dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang lebih lama. Selain itu perlu adanya aplikasi lebih luas dari tepung wortel sebagai bahan pewarna alami untuk berbagai produk pangan.

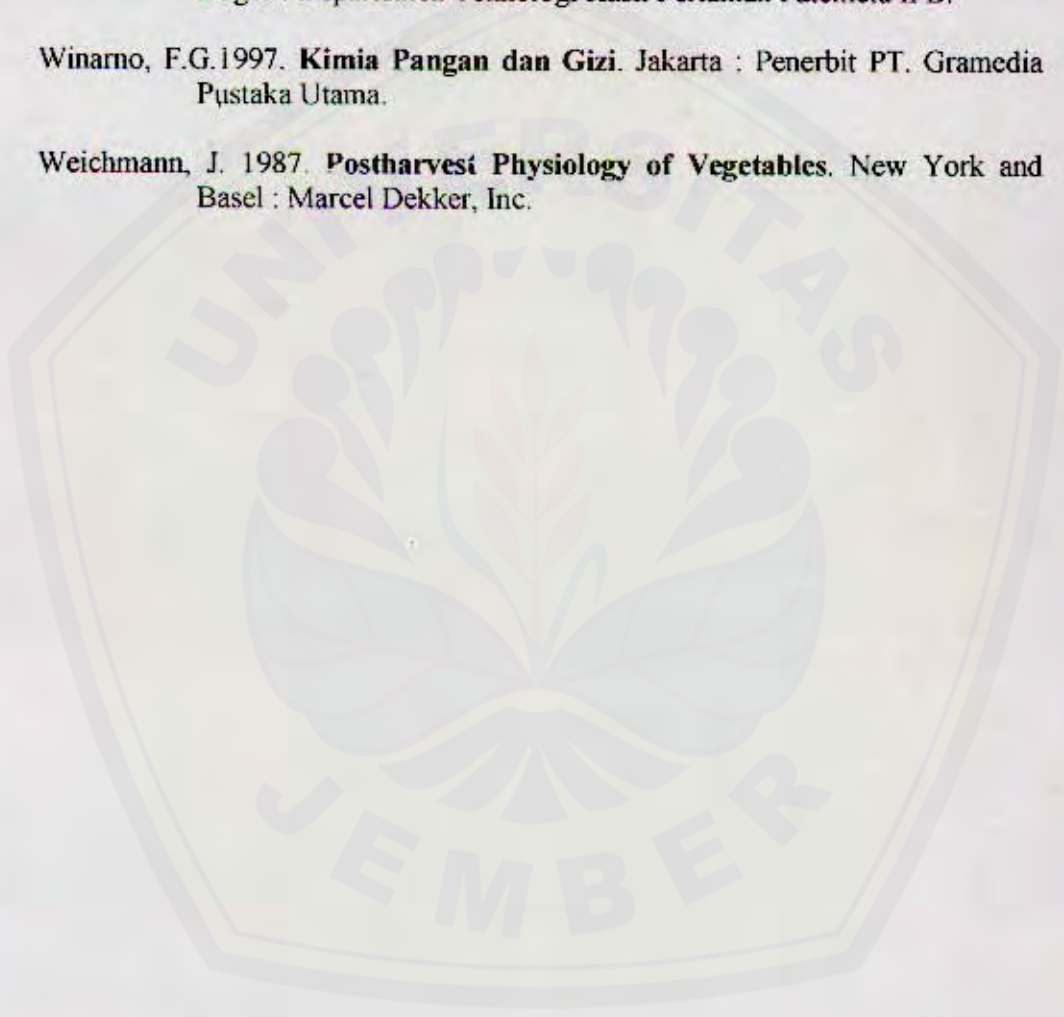


DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, D.S. dan Lisdiana. 1995. **Memilih dan Mengolah Sayur**. Jakarta : PT. Penebar Swadaya.
- Ali, N.B.V. dan Rahayu, E. 2001. **Wortel dan Lobak**. Jakarta : PT. Penebar Swadaya.
- Andarwulan, N. dan Koswara, S. 1992. **Kimia Vitamin**. Jakarta : Rajawali Pers.
- Anonim. 1992. **Pasca Panen Sayur**. Jakarta : Penebar Swadaya.
- . 2000. **Standard Nasional Indonesia**. Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan (SNI 01-3751-2000). ICS 67.060. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Apandi, M. 1984. **Teknologi Buah dan Sayur**. Bandung : Penerbit Alumni.
- Borenstein, B. 1978. **Vitamin and Amico Acid**. Nutley, New Jersey : Hofmannla, Inc.
- deMan, J.M. 1997. **Kimia Makanan**. Bandung : Penerbit ITB.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Fennema, D.R. 1996. **Food Chemistry**. 3rd Edition. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Hermawan, F. 2003. **Pengaruh Suhu Blansir dan Konsentrasi Natrium Metabisulfit terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Jamur Merang Kering**. Karya Tulis Ilmiah (tidak untuk dipublikasikan). Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Kartika, B., dkk. 1992. **Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian**. Jakarta : PAU Pangan dan Gizi.
- Lehninger, A.L. 1982. **Dasar-Dasar Biokimia**. Jilid I. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Madhavi, D.L., Deshpande, S.S., and Salunkhe, D.K. 1995. **Food Antioxidants, Technological, Toxicological, and Health Perspective**. New York, Basel, Hong Kong : Marcel Dekker, Inc.

- Novary, E.W. 1999. **Penanganan dan Pengolahan Sayur Segar**. Jakarta : PT. Penebar Swadaya.
- Novijanto, N. 2000. **Pengaruh Penggunaan CaCO_3 dan NaCl Pada Berbagai Konsentrasi Selama Perendaman Terhadap Sifat Kimia, Fisik dan Fungsional Tepung Umbi Iles-iles (*Amorphophallus variabilis*)**. Laporan Penelitian. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Nugroho, A. 2003. **Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Dengan Penggunaan Bubuk Kunyit (*Curcuma domestica* Val) Sebagai Pewarna**. Karya Ilmiah Tertulis (tidak untuk dipublikasikan). Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Paul, E.P., and Palmer, H.H. 1972. **Food Theory and Application**. New York, London, and Sidney : John Wiley and Sons, Inc.
- Pidada, U. 1983. **Berbahaya, Zat Pewarna Tekstil yang Dicampurkan ke Makanan**. Dalam Harian Kompas, 4 Juli 1983.
- Pine, S.H., Hendrickson, J.B., Cram, D.J., dan Hammond, G.S. 1988. **Kimia Organik 2**. Bandung : Penerbit ITB.
- Priestley, R.J. 1979. **Effects of Heating on Food Tuffs Applied Science**. London : Publisher ltd.
- Rukmana, R. 1995. **Bertanam Wortel**. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Subeki. 1998. **Pengaruh Cara Pemasakan Terhadap Kandungan β -karoten Beberapa Macam Sayur Serta Daya Serap dan Retensinya Pada Tikus Percobaan**. Jurnal Teknologi Industri Hasil Pertanian Vol. 2 No. 2 September 1998.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1996. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta.
- Suryabrata, S. 2002. **Metodologi Penelitian**. Jakarta : P.T. Raja Grafindo Persada.
- Susanto, A. 1997. **Pengaruh Lama Blansing dan Konsentrasi Na-Metabisulfit Terhadap Mutu Tepung Ubi Jalar**. Karya Ilmiah Tertulis (tidak untuk dipublikasikan). Jember : Faperta Universitas Jember.
- Syarief, R. dan Halid, H. 1991. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. Jakarta : Penerbit Arcan.

- Taib, G., Said, G. dan Wiraatmadja, S. 1988. **Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian**. Jakarta : Mediyatama Sarana Perkasa.
- Wahyudi, E.P. 1992. **Mengolah Wortel Menjadi Tepung**. Jawa Pos, 19 dan 26 Juli 1992 dalam Kumpulan Kliping Wortel PIP Trubus Tahun 1994.
- Winarno, F.G., Fardiaz, S. dan Setiadi, D. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. Jakarta : P.T Gramedia.
- Winarno, F.G. dan Laksmi, B.S.1973. **Pigmen Dalam Pengolahan Pangan**. Bogor : Departemen Teknologi Hasil Pertanian Fatemeta IPB.
- Winarno, F.G.1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta : Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Weichmann, J. 1987. **Postharvest Physiology of Vegetables**. New York and Basel : Marcel Dekker, Inc.



Lampiran 1. Rendemen Tepung Wortel

Perlakuan	Rendemen (%)			Rerata (%)	STDV
	I	II	III		
W1	3.58	4.26	3.82	3.89	0.34
W2	4.33	4.00	4.56	4.30	0.28
W3	4.23	4.52	4.32	4.36	0.15
W4	4.05	3.78	3.77	3.87	0.16
W5	3.71	3.77	3.77	3.75	0.03
W6	3.65	3.76	3.71	3.71	0.06

Lampiran 2. Kadar Abu Tepung Wortel

Perlakuan	Kadar Abu (%)			Rerata (%)	STDV
	I	II	III		
W1	9.83	9.75	9.91	9.83	0.08
W2	8.94	8.70	8.84	8.83	0.12
W3	8.60	8.93	8.67	8.73	0.17
W4	10.05	10.25	10.29	10.20	0.13
W5	10.16	10.20	10.00	10.12	0.01
W6	10.41	10.64	10.58	10.54	0.12

Lampiran 3. Perubahan Warna Tepung Wortel Selama Masa Penyimpanan

3.1 Kecerahan (L)

Hari	Perlakuan W1			Rerata	STDV
	Nilai Kecerahan (L)				
	I	II	III		
0	59.8	59.9	57.5	59.07	1.36
1	59.1	58.3	57.7	58.37	0.70
2	57.1	57.2	56.6	56.97	0.32
3	56.8	56.4	56.5	56.57	0.21
4	56.4	55.3	56.3	56.00	0.61
5	55.8	54.8	55.7	55.43	0.55
6	55.6	54.7	55.7	55.33	0.55
7	55.3	54.6	55.3	55.07	0.40
8	55.1	54.6	55.6	55.10	0.50
9	54.7	54.6	55.1	54.80	0.26
10	54.6	54.5	54.7	54.60	0.10
11	54.7	54.2	54.3	54.40	0.26
12	54.5	54.2	55.0	54.57	0.40
13	54.4	54.1	55.2	54.57	0.57
14	53.8	54.2	55.3	54.43	0.78

Hari	Perlakuan W2			Rerata	STDV
	Nilai Kecerahan (L)				
	I	II	III		
0	61.3	58.7	59.5	59.83	1.33
1	61.0	58.4	60.1	59.83	1.32
2	59.3	57.8	60.4	59.17	1.31
3	59.0	57.4	60.3	58.90	1.45
4	58.7	56.8	60.1	58.53	1.66
5	57.8	56.5	59.1	57.80	1.30
6	57.7	56.4	59.0	57.70	1.30
7	57.6	56.5	58.5	57.53	1.00
8	57.1	56.5	59.6	57.73	1.64
9	57.0	56.5	59.3	57.60	1.49
10	56.8	56.4	59.2	57.47	1.51
11	56.7	55.9	59.1	57.23	1.67
12	56.6	55.6	59.1	57.10	1.80
13	56.5	55.2	59.2	56.97	2.04
14	56.0	56.2	59.4	57.20	1.91

Perlakuan W3

Hari	Nilai Kecerahan (L)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	60.5	60.6	59.5	60.20	0.61
1	59.3	60.0	60.1	59.80	0.44
2	57.1	59.9	59.9	58.97	1.62
3	57.6	59.7	59.6	58.97	1.18
4	56.7	59.3	59.2	58.40	1.47
5	56.4	58.7	58.9	58.00	1.39
6	56.3	58.6	59.1	58.00	1.49
7	56.2	58.7	59.1	58.00	1.57
8	55.4	58.2	59.0	57.53	1.89
9	55.8	57.7	58.8	57.43	1.52
10	55.3	57.5	58.8	57.20	1.77
11	55.2	56.6	58.8	56.87	1.81
12	54.9	56.5	58.5	56.63	1.80
13	55.1	56.4	58.5	56.67	1.72
14	54.4	56.6	58.5	56.50	2.05

Perlakuan W4

Hari	Nilai Kecerahan (L)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	59.9	58.3	58.2	58.80	0.95
1	57.9	57.6	57.9	57.80	0.17
2	56.0	56.5	57.2	56.57	0.60
3	55.4	55.8	56.8	56.00	0.72
4	54.8	55.9	56.4	55.70	0.82
5	54.5	55.5	55.7	55.23	0.64
6	54.3	54.8	54.8	54.63	0.29
7	54.1	55.2	55.7	55.00	0.82
8	53.9	55.3	55.0	54.73	0.74
9	53.6	55.4	55.0	54.67	0.95
10	53.2	55.3	54.8	54.43	1.10
11	53.0	54.7	54.5	54.07	0.93
12	52.8	54.6	55.3	54.23	1.29
13	52.3	54.4	54.9	53.87	1.38
14	52.2	55.2	55.2	54.20	1.73

Perlakuan W5

Hari	Nilai Kecerahan (L)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	61.1	60.3	58.5	59.97	1.33
1	61.0	59.5	59.1	59.87	1.00
2	58.9	59.0	57.8	58.57	0.67
3	58.7	58.2	57.6	58.17	0.55
4	58.4	57.3	57.3	57.67	0.64
5	58.3	57.2	57.1	57.53	0.67
6	58.1	57.1	57.1	57.43	0.58
7	57.8	57.0	56.4	57.07	0.70
8	57.8	57.1	56.8	57.23	0.51
9	57.9	57.2	56.6	57.23	0.65
10	57.8	57.2	56.5	57.17	0.65
11	57.6	57.0	56.2	56.93	0.70
12	57.1	56.9	56.2	56.73	0.47
13	57.1	56.7	56.6	56.80	0.26
14	57.2	57.1	56.3	56.87	0.49

Perlakuan W6

Hari	Nilai Kecerahan (L)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	59.5	59.1	60.5	59.70	0.72
1	59.4	58.5	59.8	59.23	0.67
2	59.1	57.8	58.8	58.57	0.68
3	58.9	56.6	58.6	58.03	1.25
4	58.6	54.7	58.4	57.23	2.20
5	58.3	54.6	58.2	57.03	2.11
6	58.2	54.2	58.1	56.83	2.28
7	58.2	54.2	57.9	56.77	2.23
8	58.2	54.3	58.0	56.83	2.20
9	58.0	54.3	57.6	56.63	2.03
10	57.8	54.4	57.2	56.47	1.81
11	57.8	54.2	56.7	56.23	1.84
12	57.2	54.2	57.1	56.17	1.70
13	56.8	54.2	57.3	56.10	1.66
14	56.9	53.9	57.3	56.03	1.86

3.2 Intensitas Warna (c)

Perlakuan W1					
Hari	Nilai Intensitas Warna (c)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	25.73	29.28	24.94	26.65	2.31
1	24.83	28.20	25.91	26.31	1.72
2	24.36	27.34	25.21	25.64	1.54
3	24.11	26.81	24.89	25.27	1.39
4	23.85	25.41	24.57	24.61	0.78
5	23.50	25.52	24.36	24.46	1.01
6	23.34	24.90	23.72	23.99	0.81
7	23.17	25.00	23.71	23.96	0.94
8	23.05	24.62	23.12	23.60	0.89
9	22.75	24.24	23.32	23.44	0.75
10	22.48	24.25	23.36	23.36	0.89
11	22.47	24.14	23.41	23.34	0.84
12	22.38	24.02	22.99	23.13	0.83
13	22.21	23.89	23.41	23.17	0.87
14	21.80	23.41	23.23	22.81	0.88

Perlakuan W2					
Hari	Nilai Intensitas Warna (c)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	28.45	27.05	29.67	28.39	1.31
1	28.06	27.03	30.63	28.57	1.85
2	27.39	26.58	30.21	28.06	1.91
3	27.17	26.50	29.98	27.88	1.85
4	26.96	26.09	29.74	27.60	1.91
5	26.69	25.58	29.06	27.11	1.78
6	26.51	25.36	28.96	26.94	1.84
7	26.34	25.46	28.76	26.85	1.71
8	26.03	25.26	28.54	26.61	1.72
9	26.13	25.07	28.67	26.62	1.85
10	26.06	25.02	28.68	26.59	1.89
11	25.85	24.80	28.68	26.44	2.01
12	25.80	24.61	28.54	26.32	2.02
13	25.82	24.41	28.86	26.36	2.27
14	24.87	24.39	28.61	25.96	2.31

Perlakuan W3

Hari	Nilai Intensitas Warna (c)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	27.57	30.11	29.10	28.93	1.28
1	27.49	29.93	29.95	29.12	1.41
2	26.85	29.52	29.95	28.77	1.68
3	26.29	29.37	29.46	28.37	1.80
4	25.73	28.65	28.97	27.78	1.79
5	25.63	28.47	29.32	27.81	1.93
6	25.52	28.44	28.72	27.56	1.77
7	25.41	28.32	29.02	27.58	1.91
8	24.87	27.38	28.11	26.79	1.70
9	25.11	26.44	28.32	26.62	1.61
10	24.67	26.26	28.62	26.52	1.99
11	24.71	24.25	28.91	25.96	2.57
12	24.17	24.49	28.37	25.68	2.34
13	24.22	24.72	28.39	25.78	2.28
14	23.81	23.88	28.07	25.25	2.44

Perlakuan W4

Hari	Nilai Intensitas Warna (c)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	25.49	26.18	25.96	25.88	0.35
1	25.06	25.95	26.10	25.70	0.56
2	24.89	24.95	25.84	25.23	0.53
3	24.37	24.84	25.36	24.86	0.50
4	23.86	24.73	24.87	24.49	0.55
5	23.67	24.56	24.66	24.30	0.55
6	23.38	24.12	23.67	23.72	0.37
7	23.10	23.89	24.42	23.80	0.66
8	22.99	23.87	22.99	23.28	0.51
9	22.68	23.86	23.30	23.28	0.59
10	22.26	23.82	23.81	23.30	0.90
11	21.96	23.64	24.32	23.31	1.21
12	21.91	23.21	23.45	22.86	0.83
13	21.85	22.78	23.53	22.72	0.84
14	21.61	23.00	23.39	22.67	0.94

Perlakuan W5

Hari	Nilai Intensitas warna (c)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	26.91	26.81	26.57	26.76	0.17
1	26.71	26.83	27.51	27.02	0.43
2	26.17	26.17	26.61	26.32	0.25
3	26.08	25.88	26.21	26.06	0.17
4	25.99	25.46	25.82	25.76	0.27
5	25.91	25.07	25.89	25.62	0.48
6	25.83	25.00	25.51	25.45	0.42
7	25.75	24.82	25.51	25.36	0.48
8	25.70	24.59	24.52	24.94	0.66
9	25.58	24.36	24.62	24.85	0.64
10	25.51	24.42	24.53	24.82	0.60
11	25.46	24.41	24.43	24.77	0.60
12	25.40	24.47	24.40	24.76	0.56
13	25.07	24.53	24.71	24.77	0.27
14	24.92	23.54	24.76	24.41	0.75

Perlakuan W6

Hari	Nilai Intensitas Warna (c)			Rerata	STDV
	I	II	III		
0	26.16	26.66	29.05	27.29	1.54
1	25.57	26.67	29.21	27.15	1.87
2	24.66	25.85	28.5	26.34	1.97
3	24.73	25.59	28.28	26.2	1.85
4	24.8	23.55	28.05	25.47	2.32
5	24.6	23.76	28.04	25.47	2.27
6	24.57	23.39	27.68	25.21	2.22
7	24.55	23.26	27.76	25.19	2.32
8	24.13	23.04	26.87	24.68	1.97
9	24.83	22.82	26.94	24.86	2.06
10	24.68	22.91	26.84	24.81	1.97
11	24.34	22.86	26.74	24.65	1.96
12	23.7	22.94	26.88	24.51	2.09
13	24.12	23.02	26.97	24.7	2.04
14	24.14	22.14	26.66	24.31	2.26

Lampiran 4. Kadar Air Tepung Wortel

4.1 Kadar Air Tepung Wortel Sebelum Penyimpanan

Perlakuan	Kadar Air (%)			Rerata (%)	STDV
	I	II	III		
W1	9.38	9.59	9.42	9.46	0.11
W2	10.27	10.49	10.44	10.40	0.12
W3	10.35	10.29	10.28	10.31	0.04
W4	10.21	9.86	9.71	9.93	0.26
W5	9.64	9.89	9.33	9.62	0.28
W6	9.36	9.41	10.14	9.64	0.44

4.2 Kadar Air Tepung Wortel Setelah Penyimpanan

Perlakuan	Kadar Air (%)			Rerata (%)	STDV
	I	II	III		
W1	25.68	25.82	25.80	25.77	0.08
W2	29.47	29.56	29.50	29.51	0.05
W3	30.16	30.05	30.06	30.09	0.06
W4	25.64	25.47	25.54	25.55	0.09
W5	22.61	22.97	22.46	22.68	0.26
W6	22.36	22.39	22.32	22.36	0.04

Lampiran 5. Kadar β -karoten Tepung Wortel

5.1 Kadar β -karoten Tepung Wortel Sebelum Penyimpanan

Perlakuan	Kadar β -karoten (mg/g)			Rerata (mg/g)	STDV
	I	II	III		
W1	0.5659	0.7715	0.7704	0.7026	0.12
W2	0.3936	0.5929	0.5113	0.4993	0.10
W3	0.4204	0.5329	0.6053	0.5195	0.09
W4	0.5244	0.8007	0.7836	0.7029	0.15
W5	0.5932	0.8171	0.7692	0.7265	0.12
W6	0.6965	0.7689	0.7641	0.7432	0.04

5.2 Kadar β -karoten Tepung Wortel Setelah Penyimpanan

Perlakuan	Kadar β -karoten (mg/g)			Rerata (mg/g)	STDV
	I	II	III		
W1	0.4447	0.3872	0.5755	0.4691	0.10
W2	0.3749	0.3229	0.3817	0.3598	0.03
W3	0.3870	0.3509	0.3633	0.3671	0.02
W4	0.4323	0.3856	0.5685	0.4621	0.10
W5	0.4040	0.5483	0.6293	0.5272	0.11
W6	0.5191	0.5094	0.5805	0.5363	0.04

