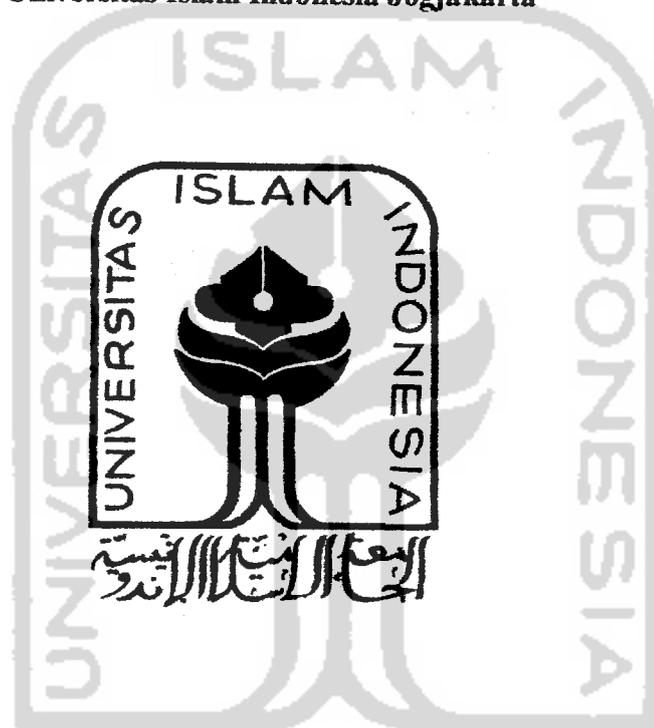


**UJI KUALITAS MINYAK GORENG BEKAS PAKAI
MENGUNAKAN SARI WORTEL (*Daucus carota*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi
(S. Farm)**

**Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia Jogjakarta**



Oleh :

IRMA ANDALUSIA

01613112

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
FEBRUARI 2006**

SKRIPSI

UJI KUALITAS MINYAK GORENG BEKAS PAKAI
MENGUNAKAN SARI WORTEL (*Daucus carota*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN

oleh :

IRMA ANDALUSIA
01613112

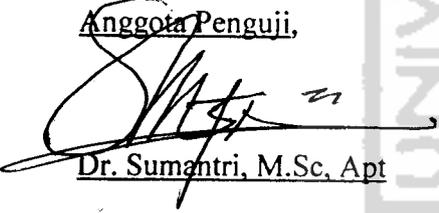
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusa Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 15 Februari 2006

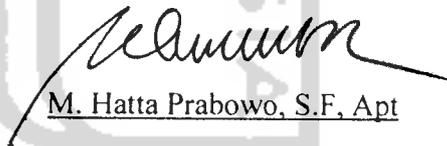
Ketua Penguji,


Dra. Suparmi, M.Si, Apt

Anggota Penguji,


Dr. Sumantri, M.Sc, Apt

Anggota Penguji,


M. Hatta Prabowo, S.F, Apt

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam

Universitas Islam Indonesia


Jakawijaya, M.Si

SKRIPSI

**UJI KUALITAS MINYAK GORENG BEKAS
MENGUNAKAN SARI WORTEL (*Daucus*
SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

Yang diajukan oleh :

IRMA ANDALUSIA
01613112



Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Dra. Suparmi, M.Si., Apt

Pembimbing pendamping

M. Hatta, S.F., Apt

HALAMAN PENYATAAN

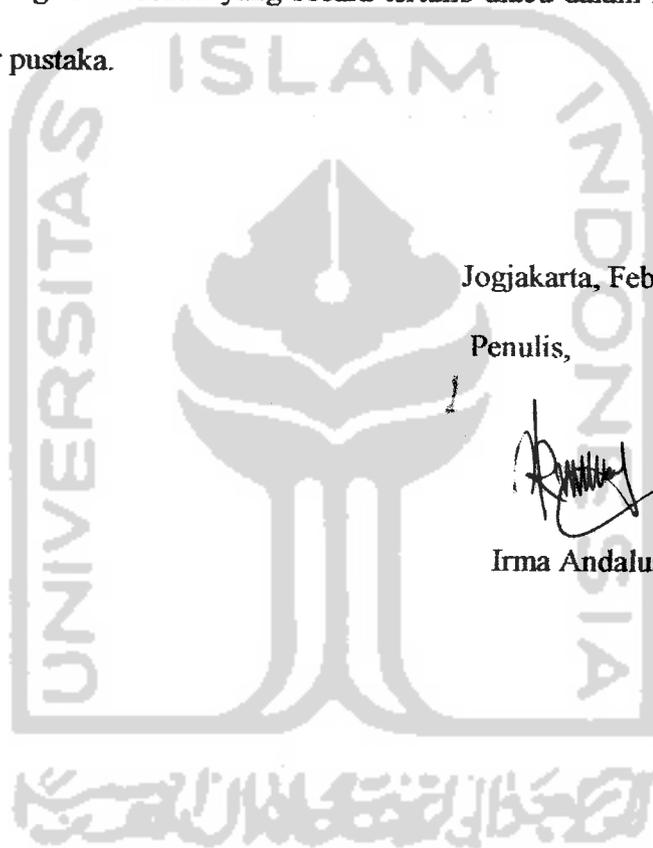
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Jogyakarta, Februari 2006

Penulis,



Irma Andalusia



*“ Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan ;
Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena
itu, bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain
dengan sungguh-sungguh. Hanya kepada Tuhanmu
hendaknya kau berharap “*

(Q. S. Al-Insyirah 5 – 8)

*“ Tiada sesuatu yang lebih indah dari akal yang dihiasi
dengan ilmu, ilmu yang dihiasi dengan amal, amal yang
dihiasi dengan kebaikan, dan kebaikan yang dihiasi dengan
taqwa “*

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

Allah SWT " Sang Penciptaku " , atas izin Nya skripsi ini dapat terwujud.

Mama dan Papa Tercinta " sebagai ungkapan tando bakti cinta dan kasih sayangku " , atas segala perhatian yang tulus ikhlas serta curahan kasih sayang dan doa untukku tanpa henti yang selalu mendorongku untuk terus berusaha.

Adik-adikku (Heru, Tya, Ayu) " sebagai ungkapan kasih sayangku " , terima kasih untuk doa dan dorongan yang selalu kalian berikan.

Sahabat - sahabat (Pinta, Irwan, Ndari, Tita, D... , ...) , terima kasih atas segala dukungan yang telah kalian berikan, sehingga aku bisa menyelesaikan skripsi ini. Terutama untuk P... dan Irwan, sahabat terbaik dan saudaraku, segala dukungan dan bantuan kalian selama ini benar-benar berarti. Aku bersyukur memiliki sahabat seperti kalian, hanya Allah yang dapat membalasnya.

Untuk You ku, terima kasih untuk semua perhatian dan semangat agar aku terus berusaha sampai skripsi ini dapat selesai.

DAFTAR TABEL

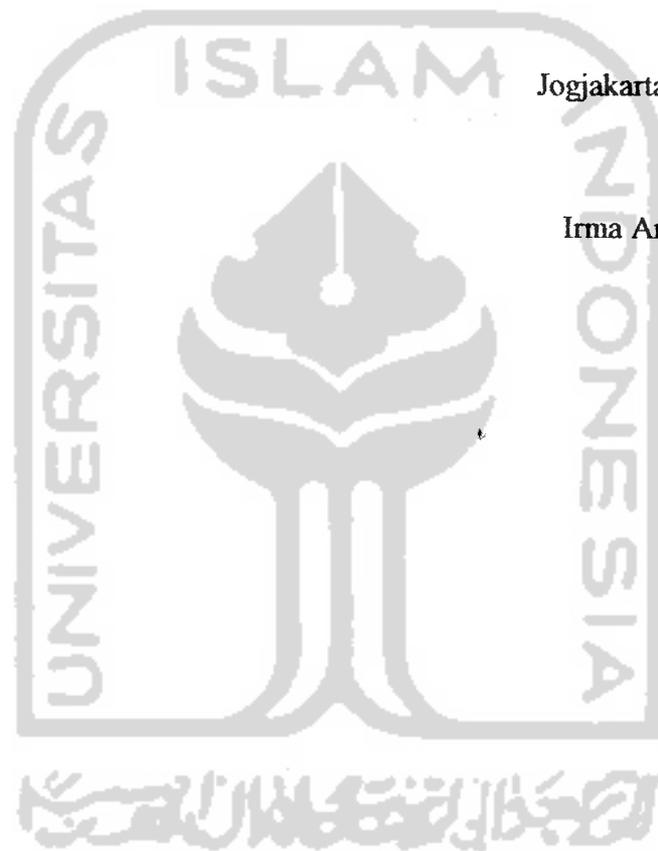
Tabel I	Angka asam dari berbagai perlakuan.....	34
Tabel II	Pengamatan absorbansi kompleks iod-amilum.....	37
Tabel III	Angka peroksida dari berbagai perlakuan.....	39
Tabel IV	Pengamatan absorbansi kompleks malonaldehid-TBA.....	42
Tabel V	Angka TBA dari berbagai perlakuan.....	42



9. Berbagai pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, atas dorongan, masukan dan bantuan yang telah diberikan.

Semua pihak yang telah memberikan dukungannya dalam penulisan, semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik. Penyusun menyadari skripsi ini jauh dari sempurna, namun penyusun berharap skripsi ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb



Jogjakarta, Februari 2006

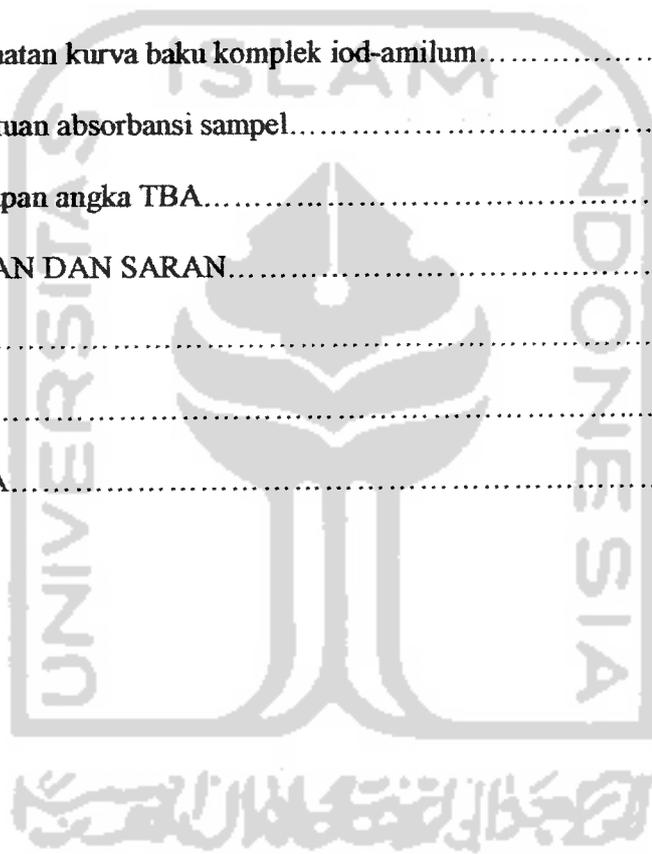
Irma Andalusia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Rumusan Masalah.....	3
B. Batasan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
BAB II STUDI PUSTAKA.....	4
A. Tinjauan Pustaka.....	4
1. Uraian tentang tanaman.....	5
a. Morfologi tanaman wortel.....	4
b. Nama daerah.....	4
c. Klasifikasi.....	4
d. Manfaat tanaman.....	5
e. Kandungan kimia.....	5

2. Uraian tentang lemak dan minyak.....	6
a. Definisi lemak dan minyak.....	6
b. Kerusakan Lemak dan Minyak.....	7
c. Analisis Kualitas Lemak dan Minyak.....	13
3. Uraian tentang Antioksidan.....	19
4. Uraian tentang Simplisia.....	22
B. Landasan Teori.....	22
C. Hipotesis.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Alat dan Bahan.....	24
a. Alat Penelitian.....	24
b. Bahan Penelitian.....	24
B. Jalannya Penelitian.....	24
a. Preparasi sampel.....	24
b. Uji kualitas minyak goreng.....	25
a. Penentuan angka asam.....	25
b. Penentuan angka peroksida.....	25
c. Penentuan angka TBA.....	26
d. Cara kerja skematis	27
C. Analisis Hasil.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Determinasi Tanaman.....	32
B. Preparasi Sampel.....	32

C. Analisis Kualitas Minyak Goreng Bekas Pakai.....	33
1. Penetapan angka asam.....	33
2. Penetapan angka peroksida.....	36
a. Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks Iod-amilum.....	36
b. Penentuan waktu kestabilan kompleks iod-amilum.....	36
c. Pembuatan kurva baku kompleks iod-amilum.....	37
d. Penentuan absorbansi sampel.....	38
3. Penetapan angka TBA.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
A. Kesimpulan	45
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46

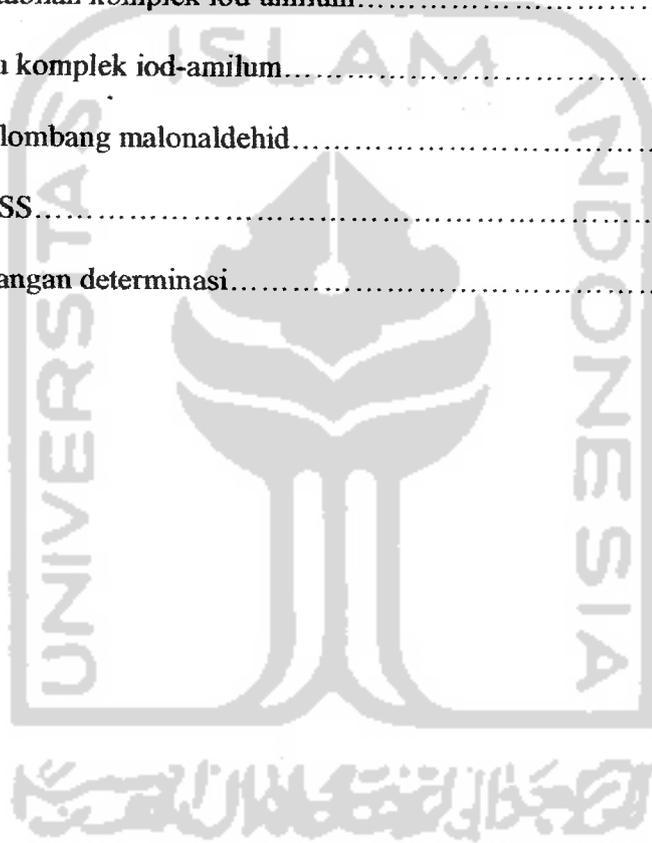


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Struktur Betakaroten.....	5
Gambar 2	Proses pembentukan trigliserida.....	6
Gambar 3	Reaksi pembentukan peroksida.....	8
Gambar 4	Reaksi pembentukan senyawa oksida.....	8
Gambar 5	Reaksi pembentukan metil keton.....	9
Gambar 6	Reaksi penguraian gliserida.....	9
Gambar 7	Proses pembentukan radikal bebas pada tahap inisiasi.....	10
Gambar 8	Proses pembentukan radikal bebas pada tahap propagasi.....	11
Gambar 9	Proses pembentukan radikal bebas pada tahap terminasi.....	11
Gambar 10	Reaksi antara asam lemak dengan natrium hidroksida.....	33
Gambar 11	Grafik angka asam.....	35
Gambar 12	Reaksi antara KI dengan I ₂	36
Gambar 13	Kurva baku kompleks iod-amilum.....	37
Gambar 14	Reaksi uji bilangan peroksida.....	38
Gambar 15	Grafik angka peroksida.....	40
Gambar 16	Kurva baku kompleks malonaldehid-TBA.....	41
Gambar 17	Grafik angka TBA.....	43
Gambar 18	Reaksi TBA dengan malonaldehid.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan dan pembakuan NaOH 0,1 N.....	48
Lampiran 2. Mencari konsentrasi pada pembuatan kurva baku.....	51
Lampiran 3. Penentuan angka TBA.....	57
Lampiran 4. Panjang gelombang kompleks iod-amilum.....	60
Lampiran 5. Waktu kestabilan kompleks iod-amilum.....	62
Lampiran 6. Kurva baku kompleks iod-amilum.....	64
Lampiran 7. Panjang gelombang malonaldehid.....	66
Lampiran 8. Out put SPSS.....	68
Lampiran 9. Surat keterangan determinasi.....	70



INTISARI

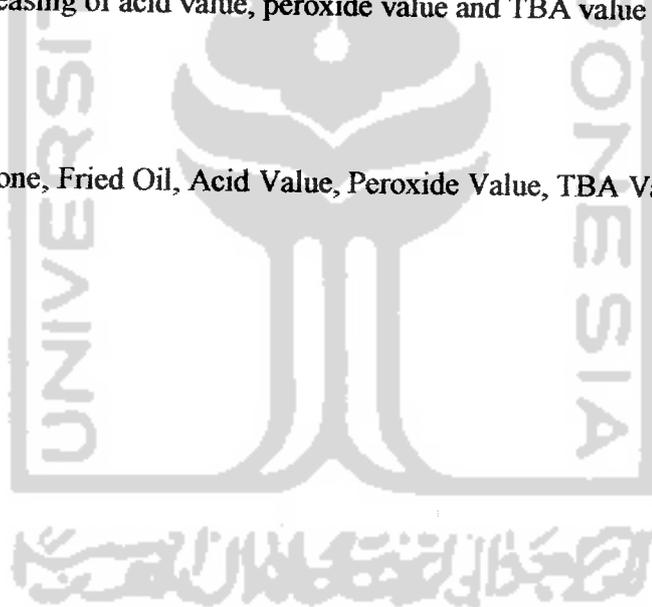
Terjadinya ketengikan pada minyak goreng ditandai dengan tingginya angka asam, angka peroksida dan angka TBA. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan betakaroten sebagai antioksidan yang terdapat dalam wortel untuk mengurangi ketengikan dan memperbaiki kualitas minyak goreng. Penelitian ini menggunakan perasan wortel yang dicampur ke dalam minyak goreng lalu disaring untuk selanjutnya dihitung angka asam dengan titrasi asam-basa, angka peroksida dan angka TBA dengan spektrofotometri. Setelah itu dilakukan analisis data menggunakan One Sample T-Test. Dari hasil penelitian, minyak goreng sebelum dipakai memberikan angka asam 0,357 ; angka peroksida 1,301 ; dan angka TBA 0,226. Minyak goreng bekas pakai memberikan angka asam 0,572 ; angka peroksida 1,446 dan angka TBA 0,398. Minyak goreng bekas pakai yang ditambah perasan wortel dengan variasi konsentrasi 100%, 50% dan 25% memberikan angka asam berturut-turut 0,449 ; 0,447 ; 0,533 kemudian angka peroksida 1,309 ; 1,349 ; 1,406 serta angka TBA 0,243 ; 0,275 ; 0,376. Dari data diatas terlihat bahwa penambahan perasan wortel dapat memperbaiki kualitas minyak goreng bekas pakai ditandai dengan penurunan angka asam, angka peroksida dan angka TBA. Penambahan perasan wortel pada konsentrasi 100% memberikan kemampuan antioksidan yang lebih besar. Secara statistik juga menunjukkan penurunan angka asam, angka peroksida dan angka TBA yang signifikan dibandingkan dengan minyak goreng sebelum dipakai dan setelah dipakai tanpa penambahan apapun.

Kata kunci : Betakaroten, Minyak Goreng, Angka Asam, Angka Peroksida, Angka TBA

ABSTRACT

Rancidity of fried oil signed by the raising of acid value, peroxide value and TBA value. The research is carried out for knowing the activity of betacarotene as antioxidant which contained by carrot, in order to decrease rancidity and improve the quality of fried oil. The research used carrot distillation and mixed into fried oil and then filtered for calculated the acid value by acid-base titration, peroxide value and TBA value by spectrophotometrily Uv-Vis. Then analyzed by using One Sample T-Test. From the result, fried oil before using give acid value 0,357; peroxide value 1,301; and TBA value 0,226. Fried oil after using give acid value 0,572; peroxide value 1,446; and TBA value 0,398. Fried oil after using and added carrot distillation with variate concentration, that is 100%, 50% and 25% give acid value in a row 0,449; 0,447; 0,533 then peroxide value 1,309; 1,349; 1,406 and TBA value 0,243; 0,275; 0,376. From the data above showed that the distillation of carrot can improve the quality of fried oil after using. The highest concentration, that is 100% give better antioxidant activity. It is also showed by statistic method that give decreasing of acid value, peroxide value and TBA value significantly.

Key Word : Betacarotone, Fried Oil, Acid Value, Peroxide Value, TBA Value



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Minyak goreng termasuk salah satu bahan tambahan makanan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat. Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih dan penambah nilai kalori bahan pangan. Minyak goreng dapat memperbaiki struktur dari suatu bahan makanan menjadi lebih baik (Winarno, 2002).

Kerusakan minyak selama proses menggoreng akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan bahan makanan dengan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial yang terdapat dalam minyak. Proses autooksidasi dan kerusakan yang terjadi pada minyak sering dinyatakan dengan istilah ketengikan. Ketengikan biasa karena oksidasi terjadi pada lemak seperti lemak babi, jika terdedah pada oksigen, dan diberi ciri oleh bau dan rasa yang khas tetapi tidak menyenangkan dan makin lama baunya makin kuat dan makin tidak menyenangkan ketika oksidasi berlanjut (deMan, 1997).

Penggunaan minyak goreng secara berulang-ulang apalagi sampai warnanya sudah coklat tua atau hitam akan menyebabkan oksidasi asam lemak tidak jenuh yang kemudian membentuk gugus peroksida dan monomer siklik (Anonim, 2003). Beberapa penelitian pada binatang menunjukkan bahwa gugus peroksida dalam dosis yang besar dapat merangsang terjadinya kanker kolon. Melalui reaksi berantai peroksida ini akan menghasilkan radikal bebas yang dapat merusak membran sel, menimbulkan kehancuran hingga menghasilkan lubang yang dapat dimasuki benih kanker dan penyakit lain. Menurut hasil berbagai laporan penelitian, baik pada hewan percobaan maupun pada manusia, yang diberi makanan tambahan dengan asam lemak rantai panjang (*long chain fatty acids* = *LCFA*) terbukti dapat menyebabkan berbagai jenis penyakit kronik, degeneratif dan kanker. Minyak sayur setelah dikonsumsi dan atau digoreng akan berubah sifatnya dan menghasilkan zat-zat ikutan bioaktif yang bersifat toksik dan karsinogenik (Anonim, 2003).

Kerusakan akibat oksidasi bahan pangan berlemak, terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pertama; disebabkan oleh reaksi lemak dengan oksigen, yang disusul dengan tahap kedua; yang merupakan lanjutan tahap pertama, yang prosesnya dapat merupakan proses oksidasi dan non oksidasi. Proses oksidasi ini umumnya dapat terjadi pada setiap jenis lemak, misalnya lemak babi, mentega putih, minyak goreng, minyak salad dan bahan pangan berlemak (Ketaren, 1986). Sebagian besar asam-asam lemak tidak jenuh akan rusak dengan bertambahnya umur dan hasil dari akibat kerusakan tersebut sebagian besar dapat menguap. Disamping itu terbentuknya persenyawaan peroksida, dapat membantu proses oksidasi sejumlah kecil asam lemak jenuh, dan juga oksigen bebas dibawah pengaruh sinar ultra violet atau katalis logam pada suhu tinggi dapat secara langsung mengoksidasi asam lemak jenuh. Proses oksidasi tidak ditentukan oleh besar kecilnya jumlah lemak dalam bahan, sehingga bahan yang mengandung lemak dalam jumlah kecil pun mudah mengalami proses oksidasi (Ketaren, 1986).

Adanya antioksidan dalam lemak akan mengurangi kecepatan proses oksidasi. Antioksidan terdapat secara alamiah dalam lemak nabati, dan kadang-kadang sengaja ditambahkan (Winarno, 2002). Salah satu antioksidan yang alami yaitu betakaroten. Wortel dikenal sebagai raja karoten karena mengandung banyak karoten, salah satunya adalah betakaroten yang merupakan pembentuk vitamin A. Didalam tubuh, betakaroten akan diubah menjadi vitamin A yang berguna sebagai antioksidan yang merupakan 'tentara' pengempur radikal bebas penyebab berbagai penyakit degeneratif (Anonim, 2003).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, maka masalah yang timbul dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah wortel dapat memperbaiki kualitas minyak goreng bekas pakai ?
2. Pada variasi konsentrasi berapa sari wortel (hasil perasan) dapat memberikan peningkatan kualitas minyak goreng bekas pakai yang paling baik ?

C. Batasan Masalah

Karena berbagai keterbatasan, kualitas minyak goreng hanya ditetapkan berdasarkan angka asam, angka peroksida dan angka TBA menggunakan perasan wortel yang diparut dengan variasi volume yang ditambahkan 25%, 50% dan 100%.

D. Tujuan Penelitian

Dalam rangka mencari sumber bahan obat alam yang potensial sebagai antioksidan dilakukan penelitian terhadap perasan wortel (*Daucus carota*). Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kemampuan perasan wortel dalam memperbaiki kualitas minyak goreng bekas pakai melalui penetapan angka asam, angka peroksida dan angka TBA.
2. Mengetahui pengaruh penambahan perasan wortel yang diberikan dalam variasi konsentrasi yang berbeda (25% ; 50% ; 100%).

BAB II STUDI PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka



1. Uraian tentang tanaman wortel

a. Morfologi dan klasifikasi tanaman wortel

Wortel (*Daucus carota*) adalah tanaman sayur yang ditanam sepanjang tahun. Terutama didaerah pegunungan yang memiliki suhu udara dingin dan lembab. Tumbuhan wortel membutuhkan sinar matahari dan dapat tumbuh pada semua musim. Wortel mempunyai batang daun basah yang berupa sekumpulan pelepah (tangkai daun) yang muncul dari pangkal buah bagian atas (umbi akar), mirip daun seledri. Wortel menyukai tanah yang gembur dan subur. Menurut para botanis, wortel (*Daucus carota*) dapat dibedakan atas beberapa jenis, diantaranya : wortel (*Daucus carota*, Linn.) – jenis imperator, yakni wortel yang memiliki umbi akar berukuran panjang dengan ujung meruncing dan rasanya kurang manis. – jenis chantenang, yakni wortel yang memiliki umbi akar berbentuk bulat panjang dan rasanya manis. – jenis mantas, wortel hasil kombinasi dari jenis wortel imperator dan chantenang. Umbi akar berwarna oranye.

Nama Lokal :

Carrot (Inggris); Carotte (Perancis); Bortel (Belanda); Wortel (Indonesia); Bortol (Sunda); Wortel, Ortel (Madura); Wortel, Wortol, Wertol, Wertel, Bortol (Jawa)

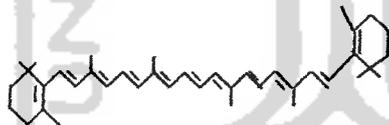
Dalam dunia tumbuhan, klasifikasi tanaman wortel selengkapnya adalah sebagai berikut :

- Divisi : Spermatophyta
 - Class : Angiospermae
 - SubClass : Dicotyledoneae
 - Ordo : Umbellales
 - Family : Umbelliferae/Apiaceae/Amiaceae
 - Genus : *Daucus*
 - Spesies : *Daucus carota*
- (Berlian, dan Rahayu, 2001)

b. Manfaat tanaman

Wortel memiliki kandungan gizi yang banyak diperlukan oleh tubuh terutama sebagai sumber vitamin A. Umbi wortel banyak mengandung vitamin A yang disebabkan oleh tingginya kandungan karoten, yakni suatu senyawa kimia pembentuk vitamin A atau provitamin A. Senyawa ini pula yang membuat umbi wortel berwarna kuning kemerahan (Berlian, dan Rahayu, 2001).

Selain rasa yang enak, wortel mengandung banyak vitamin dan mineral penting bagi tubuh. Tiga yang utama adalah betakaroten, vitamin A, dan phytochemical. Bisa dibayangkan, dibandingkan buah atau sayur lain, wortel adalah rajanya karoten. Didalam tubuh, betakaroten akan diubah menjadi vitamin A yang berguna untuk meningkatkan imunitas, menyehatkan kulit dan mengurangi jerawat, menjaga kesehatan mata, tulang, gigi, alat reproduksi, serta menjaga pertumbuhan sel. Vitamin A juga dikenal sebagai antioksidan yang merupakan 'tentara' penggempur radikal bebas penyebab berbagai penyakit degeneratif (Anonim, 2003). Betakaroten sendiri termasuk dalam golongan karotenoida dan telah diidentifikasi tidak lebih dari 600 jenis karoten yang berbeda. Antara lain yang cukup dikenal adalah didunia kesehatan adalah karoten, lutein dan lycopene.



Gambar 1. Struktur Betakaroten (Harborne, J.B., 1987)

Sedangkan phytochemicals, yang menyebabkan warna cerah pada wortel dapat mengurangi resiko sakit kanker, stroke, osteoporosis, infeksi kandung kemih serta menghambat penuaan dini.

Kandungan kimia : Wortel (*Daucus carota*) mempunyai nilai kandungan vitamin A yang tinggi yaitu sebesar 1200 SI. Sementara komposisi kandungan unsur yang lain adalah kalori sebesar 42 kalori, protein 1,2 gram, lemak 0,3 gram, hidrat arang 9,3 gram, kalsium 39 milligram, fosfor 37 miligram, besi 0,8 miligram, vitamin B 0,06 miligram, dan vitamin C 6 miligram. Komposisi diatas diukur per 100 gram (Anonim, 2002).

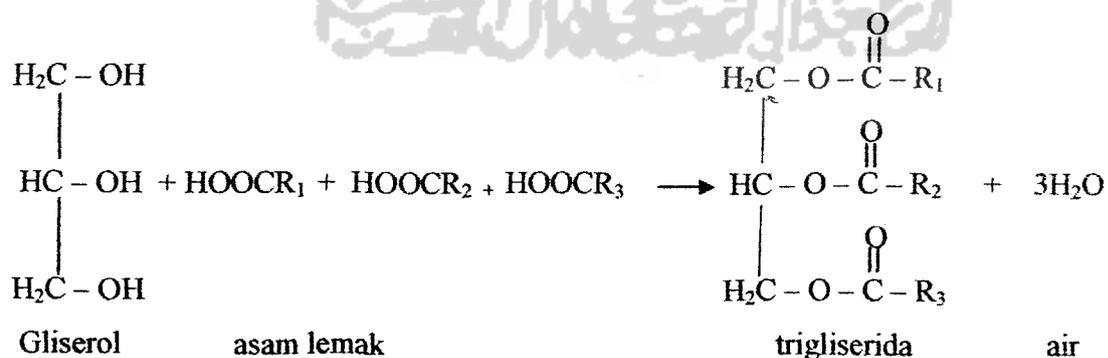
2. Uraian tentang lemak dan minyak

a. Definisi lemak dan minyak

Lemak dan minyak komposisinya dapat sangat berbeda, bergantung pada asalnya (deMan, 1997). Lemak dan minyak terdapat pada hampir semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda-beda. Tetapi lemak dan minyak seringkali ditambahkan dengan sengaja ke bahan makanan dengan berbagai tujuan. Dalam pengolahan bahan pangan, minyak dan lemak berfungsi sebagai media penghantar panas, seperti minyak goreng, *shortening* (mentega putih), lemak (gajih), mentega dan margarin.

Lemak dan minyak adalah trigliserida atau trigliserol, kedua istilah ini berarti sembarang : pada temperatur kamar lemak berbentuk padat dan minyak bersifat cair. Sebagian besar gliserida pada hewan adalah berupa lemak, sedangkan gliserida dalam tumbuhan cenderung berupa minyak, karena itu biasa terdengar ungkapan *lemak hewani* (lemak babi, lemak sapi) dan *minyak nabati* (minyak jagung, minyak bunga matahari).

Asam karboksilat yang diperoleh dari hidrolisis suatu lemak atau minyak, yang disebut asam lemak, umumnya mempunyai rantai hidrokarbon panjang dan tidak bercabang. Lemak dan minyak seringkali diberi nama sebagai derivat asam-asam lemak ini. Misal tristearat dari gliserol diberi nama tristearin dan tripalmitat dari gliserol diberi nama tripalmitin. Minyak dan lemak dapat juga diberi nama dengan cara yang biasa dipakai untuk penamaan suatu ester, sebagai contoh : gliseril tristearat dan gliseril tripalmitat.



Gambar 2. Proses pembentukan trigliserida (Sudarmadji, et.al, 2003)

Asam-asam lemak yang ditemukan di alam dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam-asam lemak tidak jenuh berbeda dalam jumlah dan posisi ikatan rangkapnya, dan berbeda dengan asam lemak jenuh dalam bentuk molekul keseluruhannya. Asam oleat merupakan asam lemak tidak jenuh yang banyak terdapat dalam trigliserida dan memiliki satu ikatan rangkap. Bila asam lemak mengandung dua atau lebih ikatan rangkap seperti pada asam lemak linolenat, asam lemak tersebut disebut asam lemak tidak jenuh tinggi (*polyunsaturated*). Dengan demikian minyak tidak jenuh tinggi (*polyunsaturated fat*) adalah minyak yang mengandung asam lemak tidak jenuh tinggi dalam jumlah yang banyak.

Lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar, diantaranya disebabkan kandungannya yang tinggi akan asam lemak jenuh yang secara kimia tidak mengandung ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik lebur yang lebih tinggi. Contoh asam lemak jenuh yang banyak terdapat di alam adalah asam palmitat dan asam stearat. Minyak merupakan bahan cair, diantaranya disebabkan oleh rendahnya kandungan asam lemak jenuh dan tingginya kandungan asam lemak yang tidak jenuh, yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap diantara atom-atom karbonnya, sehingga mempunyai titik lebur yang rendah.

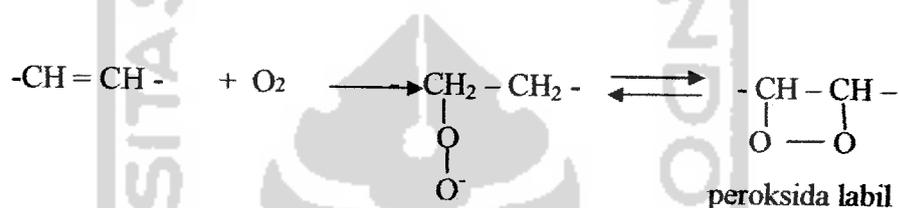
Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih dan penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Hidrasi gliserol akan membentuk aldehid tidak jenuh atau akrolein tersebut. Makin tinggi titik asap, makin baik mutu minyak goreng itu. Titik asap suatu minyak goreng tergantung dari kadar gliserol bebas. Lemak yang telah digunakan untuk menggoreng titik asapnya akan turun, karena telah terjadi hidrolisis molekul lemak. Karena itu untuk menekan terjadinya hidrolisis, pemanasan lemak atau minyak sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi dari seharusnya. Pada umumnya suhu penggorengan adalah $177-221^{\circ}\text{C}$ (Winarno, 2002).

b. Kerusakan lemak dan minyak

Rusaknya lemak dan minyak disebut juga dengan ketengikan. Menurut Ketaren (1986), penyebab ketengikan dalam lemak dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

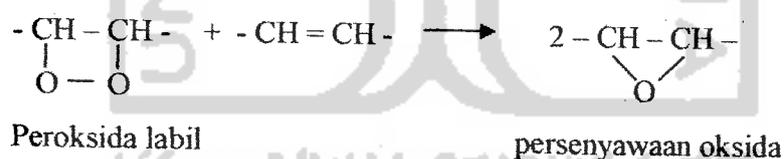
(1). Ketengikan oleh oksidasi (*oxidative rancidity*)

Ketengikan ini terjadi karena proses oksidasi oleh oksigen udara terhadap asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Proses oksidasi dapat terjadi pada suhu kamar dan selama pengolahan menggunakan suhu tinggi. Hasil oksidasi lemak dalam bahan pangan tidak hanya mengakibatkan rasa dan bau tidak enak, tetapi dapat menurunkan nilai gizi karena kerusakan vitamin (karoten dan tokoferol) dan asam lemak esensial dalam lemak (Ketaren, 1986). Oksidasi terjadi pada ikatan tidak jenuh dalam asam lemak. Pada suhu kamar sampai dengan suhu 100⁰C, setiap satu ikatan tidak jenuh dapat mengabsorpsi dua atom oksigen, sehingga terbentuk persenyawaan peroksida yang bersifat labil (Ketaren, 1986).



Gambar 3. Reaksi pembentukan peroksida

Peroksida ini dapat menguraikan radikal tidak jenuh yang masih utuh, sehingga terbentuk dua molekul persenyawaan oksida, dengan reaksi sebagai berikut :



Gambar 4. reaksi pembentukan senyawa oksida

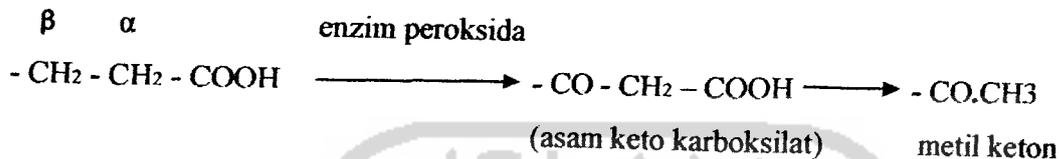
(2). Ketengikan oleh enzim (*enzymatic rancidity*)

Bahan pangan berlemak dengan kadar air dan kelembaban udara tertentu, merupakan medium yang baik bagi pertumbuhan jamur. Jamur tersebut mengeluarkan enzim, misalnya enzim *lipo clastic* dapat menguraikan trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol (Ketaren, 1986).

Enzim *peroksidase* dapat mengoksidasi asam lemak tidak jenuh sehingga terbentuk peroksida. Disamping itu enzim dapat mengoksidasi asam lemak jenuh pada

ikatan karbon atom β , sehingga membentuk asam keton dan akhirnya metil keton (Ketaren, 1986)

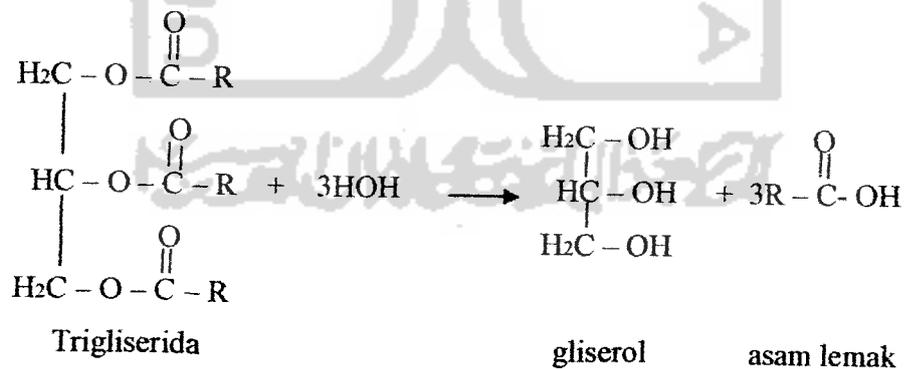
Reaksi sebagai berikut :



Gambar 5. Reaksi pembentukan metil keton

(3). Ketengikan oleh hidrolisa (*hidrolitic rancidity*)

Menurut Winarno (2002), dengan adanya air, lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Reaksi ini dipercepat oleh basa, asam dan enzim-enzim. Dalam teknologi makanan, hidrolisis oleh enzim lipase sangat penting karena enzim tersebut terdapat pada semua jaringan yang mengandung minyak. Hidrolisis sangat mudah terjadi dalam lemak dengan asam lemak rendah (lebih kecil dari C_{14}) seperti pada mentega, minyak kelapa sawit dan minyak kelapa. Reaksi ini akan mengakibatkan ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavor dan bau tengik pada minyak tersebut.



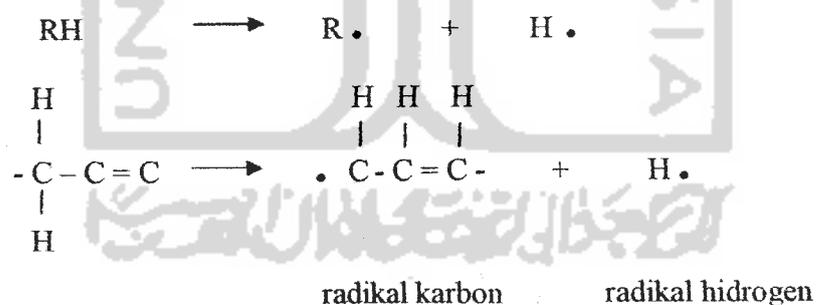
Gambar 6. Reaksi penguraian gliserida

Persamaan reaksi diatas adalah reaksi hidrolisa dari minyak atau lemak menurut Schwitzer (1957). Proses hidrolisa yang disengaja biasanya dilakukan dengan penambahan sejumlah basa. Proses itu dikenal sebagai reaksi penyabunan.

Ikatan tidak jenuh yang terdapat dalam semua lemak dan minyak merupakan pusat aktif yang antara lain dapat bereaksi dengan oksigen. Reaksi ini menghasilkan produk oksidasi primer, sekunder dan tersier yang dapat menyebabkan lemak atau makanan yang mengandung lemak tidak dapat dimakan. Proses autooksidasi dan kerusakan yang terjadi pada bau rasa lemak dan makanan berlemak sering dinyatakan dengan istilah ketengikan. Biasanya ketengikan menunjukkan kerusakan karena oksidasi (deMan, 1997).

Proses oksidasi lemak dan minyak pada prinsipnya merupakan proses pemecahan yang terjadi disekitar ikatan rangkap (tidak jenuh) dalam molekul gliserida penyusun lemak dan minyak. Semakin tidak jenuh atau semakin tidak banyak ikatan rangkap dalam molekulnya yang ditentukan oleh macam asam lemak penyusun struktur trigliserida maka minyak dan lemak itu semakin peka terhadap pemecahan oksidatif (Tranggono, et.al, 1990). Oksidasi lemak dan minyak berlangsung dalam suatu seri tahap-tahap reaksi yang disebut mekanisme radikal bebas. Tahap permulaan disebut inisiasi yang kemudian diikuti oleh tahap propagasi (perkembangan reaksi) dan tahap terminasi atau berhentinya reaksi (Tranggono dkk, 1990). Mekanisme pembentukan radikal bebas dalam oksidasi lemak dapat ditulis sebagai berikut :

(1). Tahap inisiasi



Gambar 7. Proses pembentukan radikal bebas pada tahap inisiasi (Blaschke and Herman, 1988)

Tahap permulaan merupakan pembentukan radikal bebas lemak bila hidrogen (sebenarnya sebuah proton) meninggalkan karbon α -metilena pada gugus asam lemak

tidak jenuh dari molekul lemak (RH), hasilnya berupa radikal bebas (R•). Radikal bebas ini berperan sebagai inisiator dan pemacu kuat oksidasi berikutnya sehingga pemecahan oksidatif lemak dan minyak menjadi proses yang dipacu oleh dirinya sendiri (autokatalitik) atau autooksidatif (Tranggono et.al, 1990).

(2). Tahap propagasi



Gambar 8. Proses pembentukan radikal bebas pada tahap propagasi (Blaschke and Herman, 1988)

R• sangat peka terhadap serangan oksidasi dari udara untuk membentuk ROO• (radikal peroksida) yang tidak stabil. Akibatnya terjadi reaksi berantai antara peroksi radikal (ROO•) dengan lemak (RH) menghasilkan hidroperoksida (ROOH) dan radikal hidrokarbon (R•) baru. Hidrogen peroksida itu kemudian dapat mengalami pemecahan menjadi senyawa organik yang lebih kecil seperti berbagai aldehid, keton dan asam yang memberikan bau dan cita rasa tidak enak (Tranggono et.al, 1990).

(3). Tahap terminasi



Gambar 9. Proses pembentukan radikal bebas pada tahap terminasi (Blaschke and Herman, 1988)

Bila dua radikal bergabung maka terjadi terminasi. Jika tidak ada lagi radikal yang tersedia untuk reaksi lebih lanjut dengan oksigen, maka diperlukan reaksi inisiasi yang baru apabila oksidasi akan terus berlangsung (Tranggono et.al, 1990).

Pada bagian permulaan, hidrogen diambil dari senyawa olefin menghasilkan radikal bebas. Pengambilan hidrogen terjadi pada atom karbon yang bersebelahan dengan ikatan rangkap dua dan dapat terjadi karena misalnya cahaya dan logam. Jika radikal bebas sudah terbentuk, ia akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal bebas peroksi, yang selanjutnya dapat mengambil hidrogen dari molekul tak jenuh yang lain menghasilkan peroksida dan radikal bebas yang baru, jadi memulai reaksi penyebaran. Reaksi ini dapat diulangi sampai beberapa ribu kali dan mempunyai sifat sebagai reaksi berantai.

Reaksi penyebaran dapat diikuti oleh penghentian jika radikal bebas bereaksi sendiri menghasilkan produk yang tidak aktif, seperti ditunjukkan dibawah :



Hidroperoksida yang terbentuk pada bagian reaksi penyebaran merupakan produk oksidasi primer. Mekanisme autooksidasi melalui hidroperoksida, pertama kali diusulkan oleh Farmer (1946). Produk oksidasi ini umumnya tidak stabil dan terurai menjadi produk oksidasi sekunder, yang mencakup berbagai senyawa termasuk karbonil, senyawa yang paling penting. Peroksida tidak penting untuk kerusakan baurasa, yang sepenuhnya disebabkan oleh produk oksidasi sekunder (deMan, 1997).

Pada tahap reaksi permulaan, jumlah hidroperoksida naik perlahan-lahan, tahap reaksi ini disebut periode pengimbasan. Pada akhir periode pengimbasan, terjadi kenaikan kandungan peroksida secara tiba-tiba. Karena peroksida mudah ditentukan kadarnya dalam lemak, bilangan peroksida sering digunakan untuk mengukur perkembangan oksidasi. Perubahan secara organoleptik lebih erat kaitannya dengan produk oksidasi sekunder, yang dapat diukur dengan berbagai cara, termasuk bilangan benzydina yang berkaitan dengan hasil urai aldehida. Karena aldehida sendiri teroksidasi, terbentuk asam lemak; asam lemak bebas ini dapat dianggap sebagai produk oksidasi tersier.

Oleh karena itu, jangka waktu periode pengimbasan, tergantung pada metode yang dipakai untuk menentukan produk oksidasi. Laju dan jalannya autooksidasi

bergantung terutama pada susunan lemak – derajat ketidakjenuhannya dan jenis asam lemak tak jenuh yang ada. Suhu mempunyai pengaruh yang penting terhadap laju oksidasi, tetapi pembekuan pun tidak akan dapat mencegah oksidasi secara sempurna, seperti yang ditunjukkan oleh hasil percobaan mengenai pengaruh suhu terhadap oksidasi minyak jagung yang diimbasi cahaya (Chanine dan deMan, 1971). Cahaya dan penyinaran yang mengionkan merupakan pemercepat oksidasi yang kuat. Sekarang diketahui bahwa mekanisme oksidasi peka cahaya berbeda dengan oksidasi radikal bebas. Pada oksidasi peka cahaya oksigen singlet membentuk monohidroperoksida dari ester tidak jenuh dengan mekanisme yang tidak melibatkan radikal bebas (Frankel, 1987). Kemudian produk oksidasi sekunder dapat terbentuk oleh reaksi samping radikal bebas. Pendedahan makanan dalam wadah yang bening ditoko serba ada menyebabkan kerusakan hebat karena oksidasi. Menghilangkan oksigen dari makanan akan mencegah oksidasi, tetapi, dalam praktek, pada umumnya tidak mudah dilaksanakan. Pada suhu tinggi (100 - 140°C) seperti suhu yang digunakan pada uji kestabilan minyak yang dipercepat (metode oksigen aktif), terbentuk asam format dan ini dapat digunakan untuk menunjukkan akhir dari periode pengimbasan (deMan, 1997).

c. analisis kualitas lemak dan minyak

beberapa uji kimia telah dilakukan untuk mengidentifikasi lemak dan untuk menentukan adanya pemalsuan. Semua lemak atau minyak mempunyai bilangan-bilangan khas dalam suatu kisaran nilai. Karena itu untuk identifikasi diperlukan beberapa uji sekaligus (Fessenden, 1987).

(1). Angka asam

Angka asam memberikan jumlah kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk netralisasi asam bebas yang terdapat dalam 1 gram senyawa.

Untuk pelaksanaan menurut Ph.Eur.II, sejumlah senyawa tertentu dilarutkan dalam bagian sama campuran eter dan etanol dan dititrasi dengan kalium hidroksida normal terhadap larutan fenolftalein.

Perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{Angka asam} = \frac{n \cdot 5,611}{e}$$

n = kebutuhan akan kalium hidroksida 0,1 normal

e = bobot cuplikan yang ditimbang dalam gram

5,611 adalah jumlah mg kalium hidroksida yang dikandung dalam 1 ml larutan kalium hidroksida 0,1 normal.

Angka asam adalah salah satu dari sejumlah bilangan pengenalan yang dapat digunakan untuk karakterisasi lemak, minyak lemak dan malam. Tergantung dari bahan yang diperiksa angka ini dapat digunakan untuk penentuan identitas atau pemeriksaan kemurnian. Malam dalam keadaan segar mengandung asam lemak bebas. Disini angka asam merupakan pemeriksaan identitas. Pada lemak, minyak lemak atau trigliserida sintetik seperti juga ester molekul tinggi lainnya angka asam adalah tinggi karena terjadinya hidrolisis yang kontinyu. Oleh karena itu disini angka asam itu dianggap sebagai kriteria kemurnian (Herman and Blaschke, 1998).

(2) . Angka peroksida

Angka peroksida menyatakan jumlah peroksida dalam miliekuivalen oksigen aktif yang dikandung dalam 1000 gram senyawa.

Menurut Ph.Eur.III 5 gr senyawa dilarutkan dalam 30 ml campuran asam asetat dan kloroform (3 : 2 v/v), direaksikan dengan 0,5 ml larutan kalium iodide jenuh dan didiamkan 1 menit tepat sambil ditutup dan sesekali dikocok. Lalu ditambah 30 ml air dan dengan cara yang sama yang lazim ditirasi secara perlahan dengan pengocokan kuat, dengan larutan natrium tiosulfat 0,005 molar dengan penambahan larutan amilum disekitar akhir reaksi. Pada kondisi yang sama dilakukan percobaan blanko, dan tidak boleh digunakan lebih 0,1 ml larutan natrium tiosulfat 0,005 molar.

Perhitungan dilakukan dengan rumus :

$$\text{Angka peroksida} = \frac{(n_1 - n_2) \cdot 10}{e}$$

n_1 = kebutuhan akan larutan natrium tiosulfat 0,005 molar pada percobaan utama

n_2 = kebutuhan akan larutan natrium tiosulfat 0,005 molar pada percobaan blanko

e = bobot cuplikan yang ditimbang dalam gram

Angka peroksida merupakan ukuran kesegaran atau keadaan terjadinya autooksidasi lemak atau minyak lemak. Oleh karena itu angka ini dapat digunakan untuk bilangan pengenalan penilaian kualitas atau kerusakan. Makin lama lemak berhubungan dengan udara pada waktu penyimpanan, makin besar jumlah oksigen yang terikat sebagai peroksida (Herman and Blaschke, 1998).

(3). Angka TBA

Angka TBA dapat didefinisikan sebagai mg malonaldehid setiap satu kg (1000 gr) sample.

Uji TBA adalah uji berdasarkan pigmen berwarna merah sebagai hasil kondensasi antara dua molekul TBA dengan satu molekul malonaldehid. Persenyawaan malonaldehid secara teoritis dapat dihasilkan oleh pembentukan diperoksida pada gugus pentadiena yang disusul dengan pemutusan rantai molekul atau dengan cara oksidasi lebih lanjut dari 2-enol yang dihasilkan dari penguraian monohidro peroksida (Ketaren, 1986).

Sudarmadji dkk (2003) mengatakan bahwa lemak yang tengik mengandung aldehid dan kebanyakan sebagai aldehid. Banyaknya malonaldehid dapat ditentukan dengan jalan didestilasi terlebih dahulu. Malonaldehid kemudian direaksikan dengan thiobarbiturat sehingga terbentuk kompleks berwarna merah. Intensitas warna merah sesuai dengan jumlah malonaldehid dan absorpsi dapat ditentukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 528 nm. Angka TBA dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Angka TBA} &= \text{mg malonaldehid} / \text{kg minyak} \\ &= \frac{3}{\text{bobot sampe (gram)}} \times A_{528} \times 7,8 \end{aligned}$$

A_{528} = absorbansi pada λ 528 nm

Makin besar angka TBA minyak makin tengik

Uji TBA ini merupakan uji yang spesifik untuk hasil oksidasi asam lemak tidak jenuh, dan baik diterapkan untuk uji terhadap lemak pangan yang mengandung asam lemak dengan derajat ketidakjenuhan lebih tinggi. Keuntungan lain dari uji tersebut

adalah karena pereaksi TBA dapat digunakan langsung untuk menguji lemak dalam suatu bahan tanpa mengekstraksi fraksi lemaknya (Ketaren, 1986).

(4). Angka Buchner

Angka Buchner menyatakan berapa mg kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk netralisasi sejumlah asam bebas yang dapat diekstraksi dengan etanol dalam 1 gram senyawa.

Menurut DAB 8 umumnya 5 gram senyawa dipanaskan dengan 100 ml campuran etanol – air selama 5 menit diatas tangas air sampai “pengembunan”. Setelah pendinginan, 50 ml campuran pelarut dititrasi dengan natrium hidroksida 0,1 normal terhadap fenolftalein. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Angka Buchner} = a \cdot 2,244$$

$$a = \text{kebutuhan akan natrium hidroksida 0,1 normal}$$

karena penimbangan awal adalah 5 gram dan digunakan 100 ml cairan ekstraksi, dan hanya 50 ml cairan alikuot yang dititrasi, maka harga untuk 0,1 ekuivalen KOH (5,612) dibagi dengan 2,5 dan akan didapat angka 2,244.

Angka buchner merupakan kriteria kemurnian untuk malam alami. Dalam malam disamping “asam malam” alami juga terdapat asam lemak dan asam harsa sebagai pencemar. Asam malam sukar sampai tidak larut dalam campuran etanol – air yang digunakan pada suhu kamar. Oleh karena itu setelah ekstraksi panas larutan yang diperiksa harus disimpan sampai 24 jam pada suhu 15 sampai 17 C. kadar asam malam murni yang ada dapat dikenal dengan segera dari selisih angka asam dan angka buchner.

Dengan asam malam diartikan asam w-hidroksikarboksilat tinggi (C₈ sampai C₃₆) yang diduga terdapat sebagai anhidridanya (estolida). Asam harsa adalah asam diterpenkarboksilat, seperti asam abietinat, asam paludrinat, asam pinarat.

(5). Angka penyabunan

Angka penyabunan menyatakan jumlah mg kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk mengikat asam bebas dan untuk menyabunkan ester dari 1 gram senyawa.

Untuk pelaksanaan menurut Ph.Eur. III umumnya menggunakan 2 gram senyawa yang dipanaskan dalam 25 ml larutan 0,5 molar kalium hidroksida dalam etanol sampai berasap dan larutan yang masih panas dititrasi dengan asam klorida 0,5 molar terhadap fenolftalein. Dilakukan juga titrasi blanko dengan kondisi sama.

Perhitungannya menggunakan rumus :

$$\text{Angka penyabunan} = \frac{(n_1 - n_2) \cdot 28,06}{e}$$

n_1 = kebutuhan akan asam klorida 0,5 normal pada percobaan utama

n_2 = kebutuhan akan asam klorida 0,5 normal pada titrasi blanko

e = bobot cuplikan yang ditimbang dalam gram

Dari selisih ($n_1 - n_2$) akan memberikan kebutuhan yang sebenarnya dari kalium hidroksida 0,5 normal dalam etanol. Bilangan 28,06 sesuai dengan harga jumlah massa setengah mol kalium hidroksida. Melalui angka penyabunan dapat ditentukan baik asam bebas atau asam yang teresterkan, lemak, minyak lemak, malam alam atau malam sintetik, ester menyerupai lemak. Angka ini merupakan kriteria penting untuk identitas dan kemurnian campuran zat yang disebutkan tadi.

Selain dari itu besarnya angka penyabunan yang ditentukan merupakan suatu ukuran bobot molekul asam lemak yang teresterkan yang terdapat dalam bahan yang diperiksa. Jika lemak mengandung lebih banyak asam stearat yang tidak tersubstitusi maka angka penyabunan adalah sekitar 190. Jika mengandung banyak asam palmitat maka angka akan terletak antara 200 sampai 210. kandungan akan jumlah besar asam lemak dengan molekul rendah seperti asam miristat atau asam laurat menyebabkan angka naik menjadi 240 sampai 250 (Herman and Blaschke, 1998).

(6). Angka ester

Angka ester menyatakan berapa mg kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk penyabunan 1 gram ester yang ada.

Bilangan pengenalan dari Ph.Eur. III ini tidak ditentukan secara percobaan, tetapi dihitung sebagai selisih antara angka penyabunan dan angka asam.

Angka ester = angka penyabunan – angka asam.

Pada penentuan angka ester sebagai selisih angka penyabunan dan angka asam cuplikan yang hendak diperiksa harus mengandung anhidrida ataupun lakton. (Herman and Blaschke, 1998).

(7). Angka Iod

Menurut Winarno (2002), angka iod adalah gram iodin yang diserap oleh 100 gram lemak. I_2 akan mengadisi ikatan rangkap asam lemak tidak jenuh bebas maupun yang dalam bentuk ester. Angka iod tergantung pada jumlah asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Lemak yang akan diperiksa dilarutkan dalam kloroform (CCl_4) kemudian ditambah larutan iodine berlebihan (0,1-0,5 g). Sisa iodin yang tidak bereaksi dititrasi dengan thiosulfat. Titik akhir titrasi dinyatakan dengan hilangnya warna biru dengan indikator amilum. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Bilangan iod dapat menyatakan derajat ketidakjenuhan dari minyak atau lemak dan dapat juga dipergunakan untuk menggolongkan jenis minyak pengering dan minyak bukan pengering. Minyak pengering mempunyai bilangan iod yang lebih dari 130. Minyak yang mempunyai bilangan iod antara 100 sampai 130 bersifat setengah mengering (Ketaren, 1986).

Bilangan iod dapat ditulis sebagai berikut (Ketaren, 1986):

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(B-S) \times N \times 12,69}{G}$$

B = jumlah ml $Na_2S_2O_3$ untuk titrasi blanko

S = jumlah ml $Na_2S_2O_3$ untuk titrasi contoh

N = normalitas larutan $Na_2S_2O_3$

G = bobot contoh (gram)

$$12,69 = \frac{\text{bobot atom iodium}}{10}$$

Molekul-molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak tidak jenuh mengalami oksidasi dan menjadi tengik. Bau tengik yang tidak sedap tersebut disebabkan oleh pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida. Menurut teori yang sampai kini masih dianut orang, sebuah atom hidrogen yang terikat pada suatu atom karbon yang letaknya di sebelah atom karbon lain yang mempunyai ikatan rangkap dapat

disingkirkan oleh suatu kuantum energi sehingga membentuk radikal bebas (Winarno, 2002).

Kemudian radikal ini dengan oksigen membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek oleh radiasi energi tinggi, energi panas, katalis logam, atau enzim. Senyawa-senyawa dengan rantai C lebih pendek ini adalah asam-asam lemak, aldehida-aldehida, dan keton yang bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik pada lemak (Winarno, 2002).

3. Uraian tentang Antioksidan

Antioksidan dapat didefinisikan sebagai senyawa yang dapat memperlambat atau menghambat proses autooksidasi pada suatu bahan (Tranggono dkk, 1990). Penambahan antioksidan bertujuan untuk menghambat atau mencegah kerusakan lemak atau bahan pangan berlemak akibat proses oksidasi. Antioksidan juga dapat ditambahkan untuk menghambat kerusakan oleh oksidasi pada karet, gasoline, plastik atau bahan nonpangan lainnya (Ketaren, 1986).

Menurut deMan (1997), antioksidan bekerja dengan cara bereaksi dengan radikal bebas, sehingga menghentikan reaksi rantai. Antioksidan AH dapat bereaksi dengan radikal bebas lemak, dengan mekanisme sebagai berikut:



Pada konsentrasi tinggi antioksidan dapat mempunyai pengaruh prooksidan dan salah satu dari reaksi tersebut adalah sebagai berikut:



Penambahan antioksidan lebih daripada jumlah optimum dapat menyebabkan peningkatan derajat kerja prooksidan. Pada umumnya antioksidan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu antioksidan sintesis dan antioksidan alam. Antioksidan sintesis adalah senyawa kimia yang dibuat atau disintesis dalam laboratorium sehingga dapat berfungsi sebagai antioksidan. Antioksidan alam adalah senyawa bahan alam yang dapat

berfungsi sebagai antioksidan. Antioksidan alam terutama berasal dari tanaman dan terdapat pada batang, daun, biji, buah, kulit pohon dan akar (Winarno, 2002).

Berdasarkan mekanisme pencegahan dan penghambatan reaksi oksidasi, Tranggono dkk (1990) berpendapat bahwa antioksidan digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu antioksidan primer (pemutus rantai) dan antioksidan sekunder (antioksidan pencegah oksidasi). Antioksidan primer adalah suatu zat yang dapat menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal yang melepaskan hidrogen. Zat-zat yang termasuk golongan ini dapat berasal dari alam dan dapat pula buatan (Winarno, 2002).

Sedangkan antioksidan sekunder adalah suatu zat yang dapat mencegah kerja prooksidan. Antioksidan sekunder dapat memperlambat laju autooksidasi dari lipida dengan mengubah radikal bebas menjadi senyawa yang lebih stabil. Mekanisme dari antioksidan sekunder ini didasarkan pada zat yang dapat mengikat logam, menangkap oksigen, mendekomposisi hidropersida menjadi senyawa nonradikal, mengabsorpsi ultraviolet atau mendeaktivasi singlet oksigen (Winarno, 2002).

Beberapa tipe bahan kimia efektif menghambat proses autooksidasi lemak tidak jenuh, polimerisasi dan beberapa diantaranya dapat menghambat degradasi polimer oleh ozon. Pada umumnya antioksidan mengandung struktur inti yang sama, yaitu mengandung cincin benzena tidak jenuh disertai gugusan hidroksi atau gugusan amino. Berdasarkan struktur tersebut, antioksidan dibedakan menjadi (Ketaren, 1986):

1. Golongan Phenol

Antioksidan yang termasuk golongan ini biasanya mempunyai intensitas warna yang rendah atau kadang-kadang tidak berwarna dan banyak digunakan karena tidak beracun. Antioksidan golongan phenol meliputi sebagian besar antioksidan yang dihasilkan oleh alam dan sejumlah kecil antioksidan sintesis, serta banyak digunakan dalam lemak atau bahan pangan berlemak.

2. Golongan Amin

Antioksidan yang mengandung gugus amino atau diamino yang terikat pada cincin benzena biasanya mempunyai potensi tinggi sebagai antioksidan, namun beracun dan biasanya menghasilkan warna yang intensif jika dioksidasi atau bereaksi dengan ion logam, dan umumnya stabil terhadap panas serta ekstraksi dengan kaustik.

Antioksidan yang termasuk golongan amin banyak digunakan dalam industri nonpangan, terutama pada industri karet.

3. Golongan Amino-phenol

Antioksidan ini biasanya mengandung gugusan phenolat dan amino yang merupakan gugus fungsional penyebab aktivitas antioksidan. Golongan persenyawaan amino phenol ini banyak digunakan dalam industri petroleum, untuk mencegah terbentuknya gum dalam gasoline.

Menurut Ketaren (1986), mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas dari lemak yang teroksidasi, dapat disebabkan oleh 4 macam mekanisme reaksi, yaitu:

1. Pelepasan hidrogen dari antioksidan
2. Pelepasan elektron dari antioksidan
3. Adisi lemak ke dalam cincin aromatik dari antioksidan
4. Pembentukan senyawa kompleks antara lemak dan cincin aromatik dari antioksidan.

Antioksidan yang sering digunakan pada bahan pangan umumnya berasal dari alam (*natural antioxidant*), misalnya asam sitrat, askorbat dan tartrat, karotene, lesitin, asam maleat dan gum guaiac. Pemakaian antioksidan buatan dalam bahan pangan harus lebih hati-hati, karena banyak diantaranya yang menyebabkan keracunan pada dosis tertentu. Biasanya penggunaan antioksidan untuk tujuan pangan, diatur oleh pemerintah (Ketaren, 1986).

Menurut Tranggono dkk (1990), pemilihan antioksidan untuk bahan makanan terbatas pada senyawa-senyawa yang telah diijinkan oleh peraturan. Salah satu problem utama yang berkaitan dengan penggunaan antioksidan pada kondisi komersial adalah kesukaran untuk memperoleh *disperse* yang sempurna. Bila sejumlah lemak dan minyak distabilkan perlu dilakukan dengan sangat cermat di dalam mencampur antioksidan secara sempurna ke dalam lemak sehingga terbentuk larutan. Penambahan antioksidan ke dalam bahan makanan yang relatif mengandung sedikit lemak akan memperbesar problema tersebut.

4. Uraian tentang Simplisia

Penyarian adalah kegiatan penarikan zat yang dapat larut dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Simplisia yang disari, mengandung zat aktif yang dapat larut dan zat yang tidak dapat larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain-lain. Faktor yang mempengaruhi kecepatan penyarian antara lain kecepatan difusi zat yang larut melalui lapisan-lapisan batas antara cairan penyari dengan bahan yang mengandung zat tersebut. Zat aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam alkaloid, glikosida, flavonoid dan lain-lain. Struktur kimia yang berbeda-beda akan mempengaruhi kelarutan serta stabilitas senyawa-senyawa tersebut terhadap pemanasan, logam berat, udara, cahaya dan derajat keasaman (Anonim, 1986).

Simplisia ada yang lunak seperti rimpang atau daun dan ada yang keras seperti biji, kulit kayu ataupun kulit akar. Simplisia lunak ini dapat langsung direbus dengan cairan penyari tanpa harus diserbuk sampai halus. Secara umum penyarian dapat dibedakan menjadi infudasi, maserasi, perkolasi dan destilasi uap (Anonim, 1986).

B. Landasan Teori

Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih dan penambah nilai kalori bahan pangan. Penggunaan minyak goreng secara berulang-ulang apalagi sampai warnanya sudah coklat tua atau hitam akan menyebabkan oksidasi asam lemak tidak jenuh yang kemudian membentuk gugus peroksida dan monomer siklik. Proses autooksidasi dan kerusakan yang terjadi pada bau rasa lemak dan makanan berlemak sering dinyatakan dengan istilah ketengikan. Biasanya ketengikan menunjukkan kerusakan karena oksidasi (deMan, 1997). Kerusakan pada minyak goreng dapat diketahui antara lain, dengan peningkatan angka asam, angka peroksida dan angka TBA.

Antioksidan merupakan zat yang anti terhadap zat lain yang bekerja sebagai oksidan. Zat lain itu populer disebut radikal bebas, yaitu suatu molekul oksigen dengan atom yang pada orbit terluarnya memiliki elektron yang tidak berpasangan. Karena kehilangan pasangannya itu, molekul lalu menjadi tidak stabil, liar dan radikal (Anonim,

2002). Selain rasa yang enak, wortel mengandung banyak vitamin dan mineral penting bagi tubuh. Tiga yang utama adalah betakaroten, vitamin A, dan phytochemicals. Bisa dibayangkan, dibandingkan buah atau sayur lain, wortel adalah rajanya karoten (Anonim, 2003). Warna oranye tua pada wortel menandakan kandungan tinggi antioksidan karoten yang terbukti dapat memerangi efek polusi, perokok kedua dan kanker (Anonim, 2002).

Penambahan antioksidan bertujuan untuk menghambat atau mencegah kerusakan lemak atau bahan pangan berlemak akibat proses oksidasi. Menurut deMan (1997), antioksidan bekerja dengan cara bereaksi dengan radikal bebas, sehingga menghentikan reaksi rantai. Demikian juga pada penelitian ini, kandungan betakaroten pada wortel merupakan antioksidan yang diperkirakan dapat menghambat terbentuknya radikal bebas dan memperbaiki kerusakan pada minyak goreng, ditandai dengan menurunnya angka asam, angka peroksida dan angka TBA.

C. Hipotesis

Wortel memiliki kandungan betakaroten yang tinggi, dimana betakaroten tersebut dapat berperan sebagai antioksidan yang berguna untuk melawan radikal bebas, karena itulah dilakukan penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar aktivitas betakaroten dalam wortel untuk dapat mengurangi radikal bebas dalam minyak goreng yang telah dipakai dengan cara melakukan uji kualitas minyak goreng terhadap angka asam, angka peroksida dan angka TBA.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sari perasan wortel dari wortel yang diparut (berasal dari jalan kaliurang km.15, Jogjakarta), minyak goreng curah yang beredar dipasaran yaitu minyak goreng sawit tanpa merek yang dibeli di jalan kaliurang km.15, Jogjakarta sehari sebelum dimulainya penelitian ini (minyak goreng yang dipakai adalah minyak yang telah digunakan untuk menggoreng dengan sekali penggorengan), etanol 70 %, eter, etanol P, indikator fenolfalein LP, natrium hidroksida, kloroform, asam asetat, heksan, larutan KI, larutan natrium tiosulfat 0,1 N LV, aquadest, larutan kanji 1%, asam klorida 4 N, batu didih dan reagen TBA.

2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV – VIS, timbangan, perangkat alat destilasi, evaporator Heidolph laborota 4000, penggorengan, perangkat alat titrasi, pemanas air dan alat-alat gelas yang lazim digunakan dalam laboratorium analisis.

B. Cara Penelitian

1. Preparasi sampel

Wortel dicuci bersih, lalu dikupas kemudian diparut dan diperas sarinya. Hasil perasan yang diperoleh lalu disaring kemudian filtrat disimpan dalam botol coklat kurang lebih 250 ml. Sari wortel tersebut kemudian dibagi menjadi tiga dengan volume 100 ml ; 50 ml ; 25 ml didalam beker glass. Selanjutnya kedalam masing-masing beker glass ditambahkan minyak goreng bekas pakai sebanyak 100 ml hingga konsentrasinya menjadi 25 % ; 50 % dan 100 % . Lalu distirer kurang lebih 5 menit hingga homogen. Setelah tercampur kemudian didiamkan 10 menit hingga mengendap. Selanjutnya campuran minyak dan sari wortel tersebut dipanaskan pada suhu 50⁰ C selama 5 menit

sehingga didapat endapan kotoran dan minyak jernih. Kemudian didinginkan dan terakhir disaring untuk diambil minyak jernihnya yang akan digunakan untuk uji kualitasnya.

2. Uji kualitas minyak goreng

a. Penentuan Angka Asam

Ditimbang seksama 10,0 gram minyak goreng (sebelum dipakai, sesudah dipakai, dan sesudah dipakai ditambah sari wortel dengan konsentrasi 25%, 50% dan 100%). Dilarutkan dalam labu yang berisi 50,0 ml campuran etanol P – eter (1:1), kemudian ditambahkan 1 ml fenolftalein LP, titrasi dengan natrium hidroksida 0,1 N LV sampai larutan berwarna merah muda lemah konstan. Etil dikocok selama 30 detik kemudian dihitung asam lemak bebas dengan angka asam.

b. Pemeriksaan Angka Peroksida

- (1). Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks iod – amilum
 - a. Dibuat larutan iod 0,01 N dengan mereaksikan iod dengan KI dalam aquadest.
 - b. Diambil 1 ml larutan iod 0,01 N dan dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml, diencerkan sampai tanda batas dengan aquadest kemudian ditambah 0,5 ml amilum 1%.
 - c. Diukur panjang gelombang maksimum kompleks iod – amilum pada panjang gelombang antara 400 – 700 nm.
- (2). Pembuatan kurva baku kompleks iod – amilum
 - a. Dibuat variasi volume larutan iod yang ditambah dalam pembuatan kompleks iod – amilum yaitu 1, 5 ml ; 1,75 ml ; 2 ml ; 2,25 ml
 - b. Masing- masing dimasukkan dalam ke dalam labu takar 10 ml dan diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
 - c. Masing- masing labu takar diambil 1 ml dan diencerkan dalam labu takar 25 ml.
 - d. Ditambahkan masing-masing ke dalamnya 0,5 ml amilum 1%.
 - e. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh menggunakan spektrofotometer UV – Vis.
- (3). Penentuan absorbansi sampel

- a. Dibuat 5 buah sampel yang akan diukur absorbansinya, yang terdiri atas 2,5 gram minyak sebelum dipakai ; 2,5 gram minyak yang telah dipakai dan 2,5 gram minyak yang telah dipakai dan ditambah sari wortel dengan konsentrasi 25 % ; 50 % dan 100 %.
- b. Masing-masing dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan ke dalamnya asam asetat dan kloroform sebanyak 15 ml dengan perbandingan 3 : 2
- c. Masing-masing sampel kemudian ditambah KI jenuh
- d. Didiamkan 5 menit dan ditambahkan 15 aquadest
- e. Diambil 5 ml lapisan bagian atas dan ditambah 0,25 ml amilum 1%
- f. Kemudian diambil 2 ml larutan dan diencerkan ad 10 ml
- g. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh menggunakan spektrofotometer UV – Vis

c. Penentuan Angka TBA

(1). Pembuatan kurva baku kompleks malonaldehid-TBA

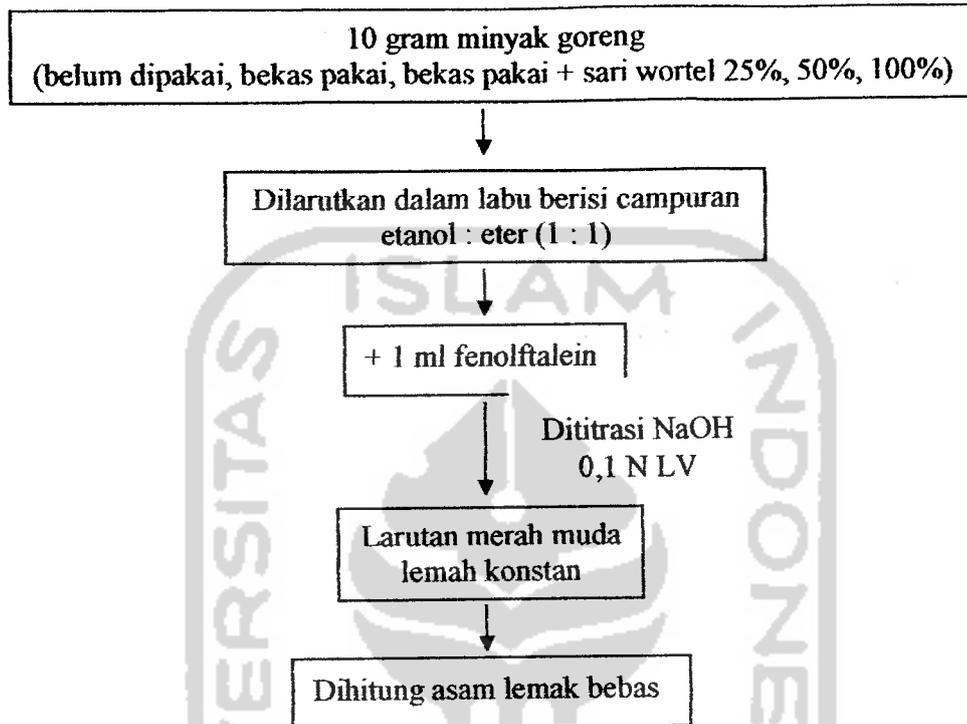
- a. Dibuat variasi konsentrasi malonaldehid 0 M; $1,25 \times 10^{-5}$ M; $2,5 \times 10^{-5}$ M; $5,0 \times 10^{-5}$ M; 10×10^{-5} M, masing-masing sampel diambil 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian kedalamnya ditambahkan 1 ml TCA 20% (v/v) dan 0,5 ml Thio Barbiturat Acid (TBA) 0,67% (b/v).
- b. Kemudian dipanaskan di atas penangas air selama 10 menit, setelah itu didinginkan sampai suhu kamar. Ambil 1 ml dan masukkan labu takar 5 ml. Pengukuran absorbansinya dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 529 nm.

(2). Penentuan absorbansi sampel

- a. Dibuat 5 buah sampel, masing-masing sampel diambil 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian kedalamnya ditambahkan 1 ml TCA 20% (b/v) dan 0,5 ml Thio Barbiturat Acid (TBA) 0,67% (b/v).
- b. Kemudian dipanaskan di atas penangas air selama 10 menit, setelah itu didinginkan sampai suhu kamar. Ambil 1 ml dan masukkan labu takar 5 ml. Pengukuran absorbansinya dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 529 nm.

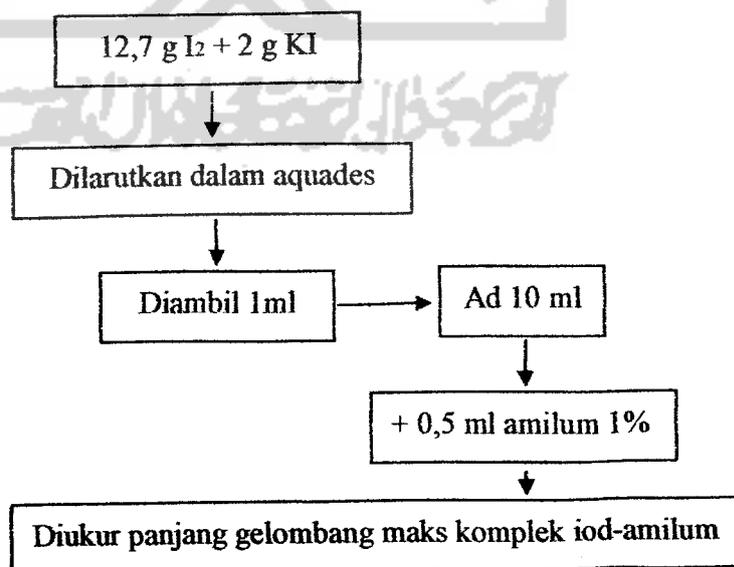
CARA KERJA SKEMATIS

a. Penentuan Angka Asam

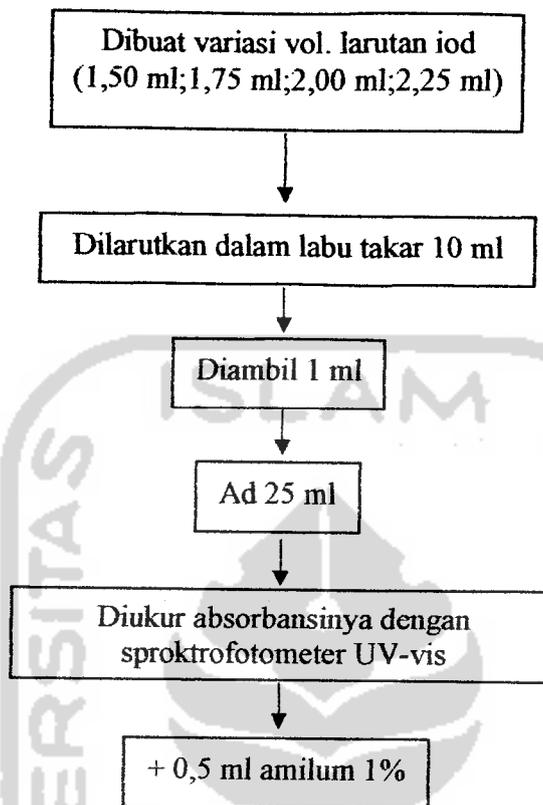


b. Pemeriksaan Angka Peroksida

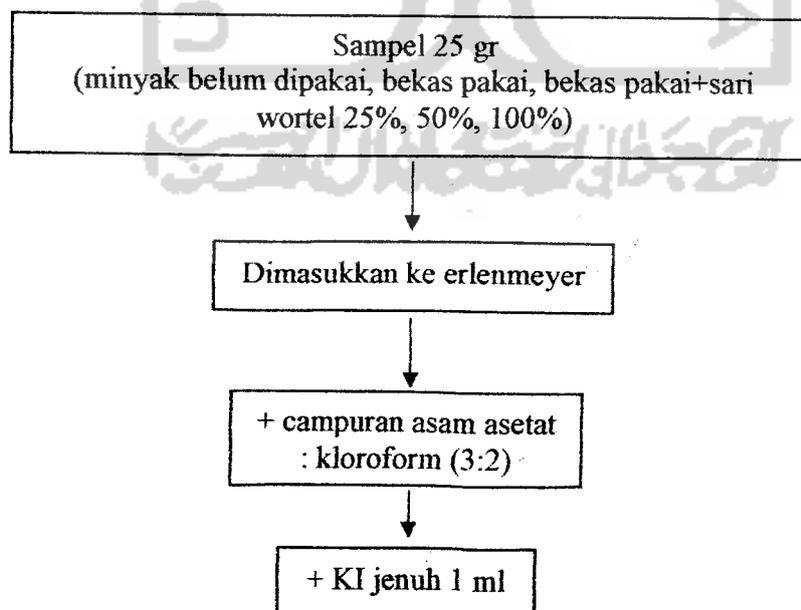
(1) Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks iod-amilum

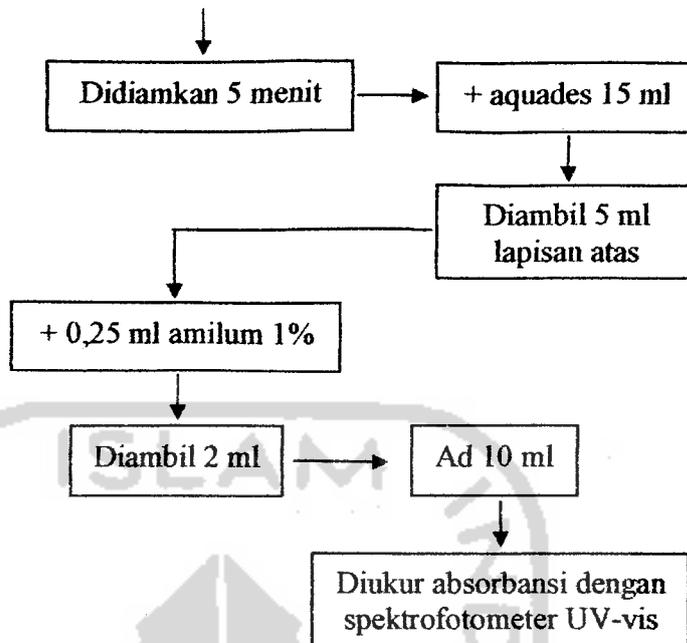


(2) Pembuatan kurva baku kompleks iod - amilum



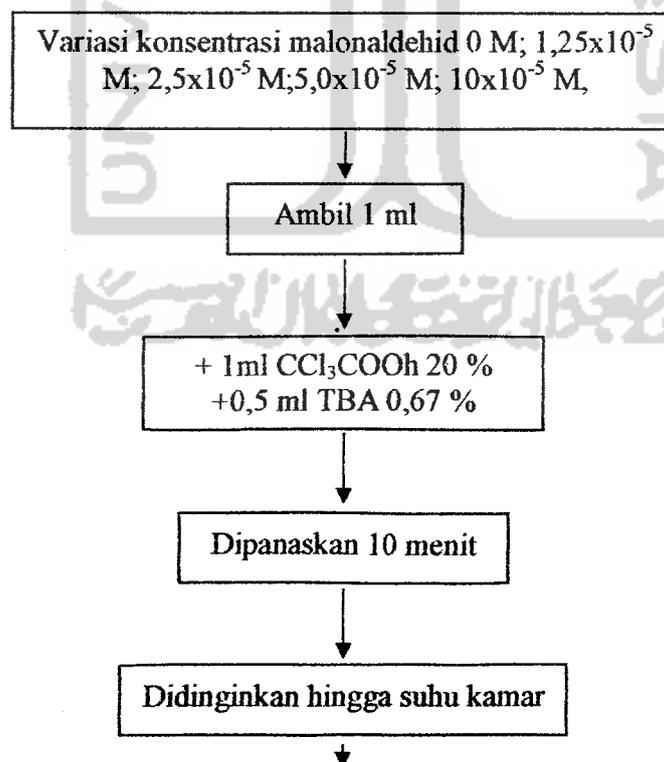
(3) Penentuan absorbansi sampel

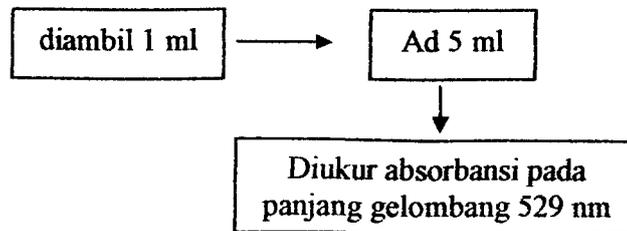




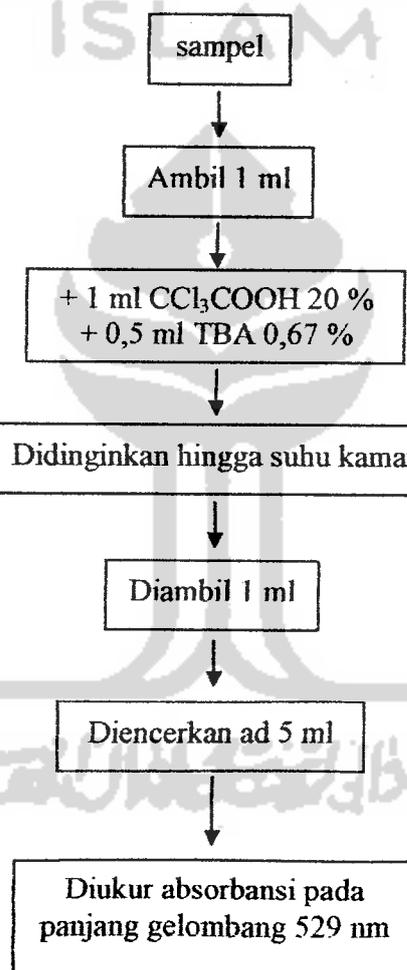
c. Penentuan Angka TBA

(1) Pembuatan kurva baku kompleks malonaldehid – TBA





(2) Penentuan absorbansi sampel



C. Analisis Hasil

Analisis hasil data menggunakan penetapan angka asam, angka peroksida dan angka TBA untuk mengetahui apakah hasil yang diperoleh tepat dan teliti dalam menghasilkan minyak goreng dengan kualitas dan mutu yang lebih baik. Kenaikan mutu dan kualitas dari minyak goreng ditandai dengan menurunnya angka asam, angka peroksida dan angka TBA. Selanjutnya data dianalisis secara statistik menggunakan uji One-sample T-Test untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan jumlah perasan sari wortel yang ditambahkan terhadap masing-masing minyak goreng.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Determinasi Tanaman

Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu kita harus melakukan determinasi terhadap tanaman yang akan digunakan dalam penelitian. Determinasi ini dilakukan dengan mencocokkan tanaman atau bagian tanaman dengan literatur sehingga kita bisa memastikan apakah tanaman tersebut benar-benar merupakan jenis yang dibutuhkan untuk penelitian. Dengan demikian kesalahan dalam pengumpulan bahan dapat dihindari.

Determinasi dilakukan dengan berpedoman pada buku "Flora of Java" karangan Backer and Van den Brink (1965). Hasil determinasi menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan adalah wortel (*Daucus carota* Lamk).

Adapun hasil determinasinya adalah sebagai berikut :

1b – 2b – 3b – 4b – 6b – 7b – 9b – 10a (golongan 7 daun tersusun dalam roset) –
92b – 100b – 103b

Berdasarkan hasil determinasi diatas dapat diperoleh kepastian bahwa tanaman yang akan digunakan dalam penelitian adalah spesies wortel. Surat keterangan mengenai determinasi tumbuhan tercantum pada lampiran.

B. Preparasi Sampel

Minyak goreng yang akan diuji kualitasnya adalah minyak goreng curah kelapa sawit. Minyak goreng sebanyak 1 liter dipanaskan dan digunakan untuk menggoreng ayam potong sebanyak 1 kilogram dengan satu kali penggorengan, sehingga minyak tersebut menjadi minyak goreng bekas pakai yang selanjutnya digunakan untuk uji kualitas dengan parameter angka asam, angka peroksida dan angka TBA. Sementara sebagai kontrol digunakan minyak goreng curah yang sama namun tanpa perlakuan pemanasan ataupun penggorengan. Selanjutnya minyak goreng bekas pakai dicampur dengan sari wortel. Didalam penelitian ini akan dibandingkan pengaruh dari konsentrasi sari wortel sebagai antioksidan yang divariasikan dalam tiga konsentrasi yang berbeda, yaitu 25%, 50% dan 100% terhadap berat minyak goreng.

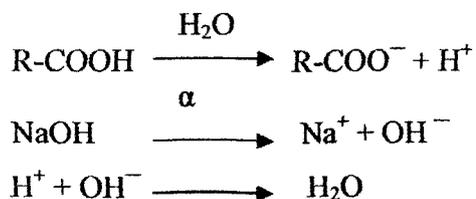
Karena itu sari wortel yang tadi telah diperas dibagi ke dalam tiga volume yang berbeda, yaitu 25 ml, 50 ml dan 100 ml. selanjutnya sari wortel tersebut dicampurkan kedalam 100 ml minyak dan diaduk dengan stirer lebih kurang 5 menit agar tercampur homogen. Campuran sari wortel dan minyak dengan konsentrasi 25%, 50% dan 100% ini kemudian didiamkan beberapa saat hingga mengendap, baru kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh lebih jernih dan didiamkan lagi selama satu malam sehingga akan mengendap lagi, lalu disaring lagi untuk memisahkan dari ampas yang tersisa. Hasil saringan inilah yang selanjutnya digunakan untuk uji kualitas. Jangan lupa mencantumkan label (25%, 50% dan 100%) pada masing-masing filtrat agar tidak tertukar.

A. Analisis Kualitas Minyak Goreng Bekas Pakai

1. Penetapan Angka Asam

Angka asam adalah salah satu dari sejumlah bilangan pengenal yang dapat digunakan untuk karakterisasi lemak, minyak dan malam. Angka ini juga digunakan untuk pemeriksaan identitas dan kemurnian. Pada lemak, minyak lemak atau trigliserida sintetik angka asam adalah tinggi karena terjadi hidrolisis yang kontinyu. Oleh karena itu disini angka asam itu dianggap sebagai kriteria kemurnian (Herman and Blaschke, 1998).

Pada penelitian ini, penetapan angka asam dimaksudkan untuk mengetahui kerusakan yang dialami oleh minyak goreng yang sebelumnya telah digunakan untuk menggoreng. Semakin tinggi angka asam berarti kerusakan yang terjadi pada minyak semakin besar. Penetapan angka asam dilakukan dengan metode titrasi netralisasi asam - basa dengan melarutkan sejumlah minyak goreng dalam pelarut organik (etanol : eter) kemudian dititrasi dengan Natrium hidroksida 0,1 N dengan indikator fenolftalein (pp), hingga larutan berwarna merah muda lemah konstan.



Gambar 10. Reaksi antara asam lemak dengan natrium hidroksida

Sebagai pembanding dalam penelitian ini digunakan minyak goreng yang belum dipakai sebagai kontrol negatif dan minyak goreng bekas pakai tanpa penambahan antioksidan sebagai kontrol positif. Sementara sebagai sampel adalah minyak goreng bekas pakai yang ditambahkan sari wortel dalam beberapa konsentrasi. Dari hasil penelitian diperoleh angka asam sebagai berikut :

Tabel I. Angka asam dari berbagai perlakuan

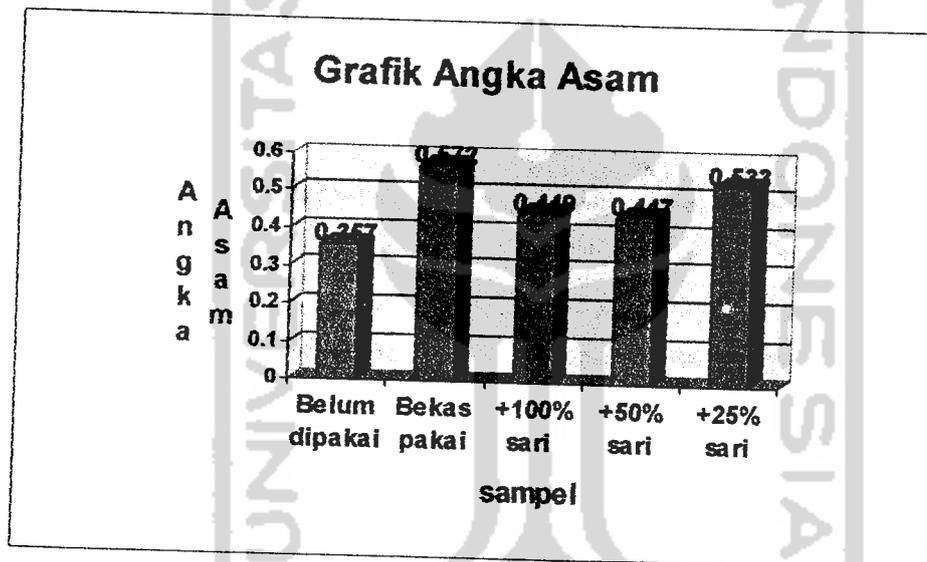
Minyak goreng sebelum dipakai	Minyak goreng bekas pakai	Minyak goreng bekas pakai + sari wortel		
		100%	50%	25%
0,357	0,572	0,449	0,447	0,533

Pada tabel I terlihat bahwa angka asam mengalami kenaikan pada minyak goreng bekas pakai dibandingkan dengan minyak goreng yang belum dipakai. Begitu juga dengan angka asam pada minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel sebagai antioksidan dalam konsentrasi yang berbeda (25%, 50% dan 100%) mengalami peningkatan namun kurang dari angka asam minyak goreng bekas pakai tanpa penambahan apapun. Kenaikan angka asam ini bisa disebabkan karena proses hidrolisis pada minyak goreng yang diakibatkan karena pemanasan pada waktu menggoreng. Suhu yang tinggi menyebabkan terbentuknya uap air dan kandungan air yang ada pada bahan yang digoreng menyebabkan minyak terhidrolisis, akibatnya trigliserida pecah dan menghasilkan asam lemak beserta komponen-komponen lain penyusunnya. Selain itu karena terpapar dengan udara menyebabkan terjadinya oksidasi dimana asam lemak - asam lemak bebas tersebut mengikat atom oksigen sehingga menghasilkan radikal bebas.

Tujuan penambahan antioksidan adalah untuk mengetahui apakah kerusakan pada minyak goreng bekas pakai dapat diperbaiki dengan menggunakan perasan wortel sebagai antioksidan. Dari tabel I diatas dapat dilihat bahwa setelah penambahan sari wortel angka asam mengalami penurunan walaupun tidak dapat kembali sama seperti pada minyak goreng yang belum dipakai. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa sari wortel dapat memperbaiki kerusakan yang terjadi pada minyak goreng bekas pakai. Aktivitas

antioksidan dari wortel dengan kandungan betakarotennya dapat mencegah terjadinya proses oksidasi lebih lanjut sehingga menghambat pembentukan radikal bebas yang baru.

Angka asam pada konsentrasi 25% terus mengalami penurunan pada konsentrasi 50% hingga 100%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan sari wortel lebih efektif pada jumlah yang sama banyak dengan minyak goreng yang dipakai. Penambahan sari wortel dengan volume yang lebih sedikit dari minyak goreng yang dipakai tidak banyak memperbaiki kerusakan pada minyak karena betakaroten yang ditambahkan lebih sedikit padahal betakaroten tersebut yang melindungi minyak dari proses oksidasi dan pembentukan radikal bebas sehingga asam lemak yang dilepaskan lebih banyak dibandingkan pada konsentrasi 100%.



Gambar 11. Grafik Angka Asam

Kerusakan minyak tidak bisa dicegah namun dapat diperlambat dengan memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain oksigen, semakin banyak terpapar dengan oksigen maka semakin cepat teroksidasi ; suhu, suhu pemanasan yang tinggi menyebabkan minyak terhidrolisis dan juga faktor penyimpanan juga dapat mempengaruhi kualitas minyak. Penyimpanan yang lama apalagi ditempat yang terbuka dapat menyebabkan minyak mengalami oksidasi.

Dari data-data yang telah diperoleh, dilakukan uji statistik menggunakan uji one-sample T test, yaitu untuk membandingkan rata-rata sampel yang diuji dengan pembanding. Angka asam dari ketiga sampel minyak goreng bekas pakai yang ditambah

sari wortel dengan konsentrasi 25%, 50% dan 100% dengan pembanding minyak goreng yang belum dipakai dan minyak goreng bekas pakai tanpa penambahan apapun diolah dengan menggunakan one sample T test. Hipotesis (H_0) dari pengujian ini yaitu adanya perbedaan yang bermakna antara angka asam sampel dengan pembanding. Dari tabel yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara angka asam minyak goreng sebelum dipakai, minyak goreng bekas pakai dan minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel.

2. Penetapan angka peroksida

a. Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks iod-amillum

Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks iod-amillum dilakukan untuk mengetahui absorbansi maksimal dari kompleks iod-amillum. Untuk menentukan panjang gelombang maksimum kompleks iod-amillum digunakan larutan iod 0.005 M yang dibuat dengan mencampurkan iod dengan KI dalam aquadest. Molekul I_2 tidak larut dalam air, karena itu untuk dapat melarutkan I_2 tersebut dalam air maka harus direaksikan terlebih dahulu dengan KI untuk membentuk I_3^- yang larut dalam air. Adapun reaksi pembentukan I_3^- adalah sebagai berikut :



Gambar 12. Reaksi antara KI dengan I_2

Dengan demikian diperoleh larutan iod dengan konsentrasi 0.005 M, kemudian diambil sebanyak 1 ml dan diencerkan 100 kali agar tidak terlalu pekat. Setelah itu ditambahkan larutan amillum 1% dan didiamkan selama 10 menit agar larutan bereaksi sempurna. Lalu diukur panjang gelombang antara 600 nm – 700 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian diperoleh bahwa panjang gelombang maksimum untuk kompleks iod-amillum yaitu pada 624 nm.

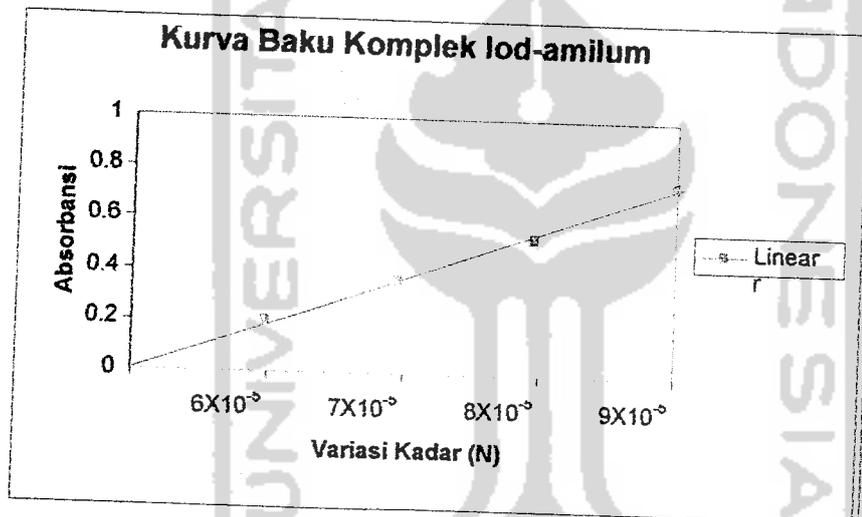
b. Penentuan waktu kestabilan kompleks iod – amillum

Waktu kestabilan kompleks iod-amillum ditentukan untuk mengetahui waktu tepatnya kompleks iod-amillum tersebut stabil menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Setelah diukur, kompleks iod-amillum ini menunjukkan waktu yang stabil pada 25-30 menit setelah penambahan amillum 1% pada panjang gelombang 624 nm.

c. Pembuatan kurva baku kompleks iod – amillum

Pembuatan kurva baku kompleks iod-amillum bertujuan untuk mengetahui berapakah kadar peroksida dalam sampel yang akan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 624 nm. Sebelum diukur, terlebih dahulu dibuat seri kadar dari larutan iod 0,01 N dengan konsentrasi 6 N, 7 N, 8 N dan 9 N. Dari keempat konsentrasi tersebut kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 624 nm selama waktu kestabilan 20-35 menit setelah ditambahkan amillum 1%.



Gambar 13. Kurva baku kompleks iod-amillum

Tabel II. Pengamatan absorbansi kompleks iod-amillum

No.	Variasi kadar (N)	Absorbansi
1	6×10^{-5}	0,277
2	7×10^{-5}	0,463
3	8×10^{-5}	0,573
4	9×10^{-5}	0,758

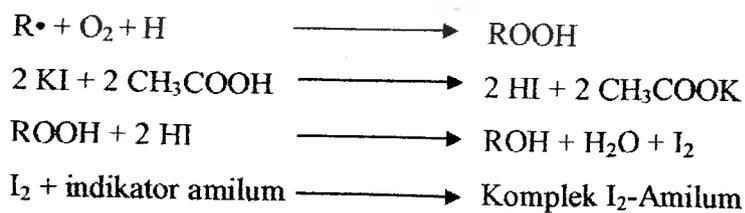
Dari absorbansi yang diperoleh, diolah dengan regresi linear sehingga diperoleh persamaan regresi linearnya $Y=0,0306X-0,647$ dengan nilai korelasi $r=0.995$. persamaan ini sesuai dengan rumus $Y=bX+a$, dimana a adalah intersep, b adalah slope dan Y adalah absorbansi.

d. Penentuan absorbansi sampel

Angka peroksida merupakan ukuran kesegaran atau keadaan terjadinya autooksidasi lemak atau minyak lemak. Oleh karena itu angka ini dapat digunakan untuk bilangan pengenalan penilaian kualitas atau kerusakan. Berdasarkan hal inilah, pada penelitian ini digunakan angka peroksida sebagai salah satu parameter untuk uji kualitas pada minyak goreng bekas pakai.

Kandungan asam lemak tidak jenuh pada minyak goreng dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Makin lama lemak berhubungan dengan udara pada waktu penyimpanan, makin besar jumlah oksigen yang terikat pada peroksida (Herman and Blaschke, 1998).

Lima buah sampel yang terdiri dari minyak goreng belum dipakai, minyak goreng bekas pakai dan minyak goreng bekas pakai yang telah ditambah sari wortel yang divariasikan kedalam tiga konsentrasi yang berbeda yaitu 25%, 50% dan 100% terhadap berat minyak goreng. Semua sampel direaksikan dengan amilum 1% sehingga terbentuk kompleks iod-amilum yang berwarna biru. Bilangan oksidasi yang menunjukkan banyaknya peroksida yang ada ditentukan berdasarkan jumlah iodin (I_2) yang dibebaskan setelah minyak ditambah KI. Reaksi terbentuknya kompleks iod – amilum :



Gambar 14. Reaksi pada uji bilangan peroksida

Bilangan peroksida ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan mengukur absorbansi kompleks iod-amilum kelima sampel pada panjang

gelombang 624 nm. Penentuan bilangan peroksida berdasarkan pada jumlah iod yang dihasilkan dimana 1 mol iod setara dengan 2 equivalen (eq) iodida. Volume total larutan yang digunakan adalah 24 ml [(15 ml x 60% asam asetat) + 15 ml aquades =24 ml], kemudian 5 ml lapisan bagian atas yang terbentuk diambil untuk diukur absorbansinya sedangkan berat sampel yang digunakan adalah 2,5 gram. Bilangan peroksida ditentukan dengan rumus :

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi} - \text{intersep}) / \text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml} / 5 \text{ ml}}{2,5 \text{ gram}}$$

Tabel III. Angka peroksida dari berbagai perlakuan (meq/kg)

Minyak goreng sebelum dipakai	Minyak goreng bekas pakai	Minyak goreng bekas pakai + sari wortel		
		100%	50%	25%
1,301	1,446	1,309	1,349	1,406

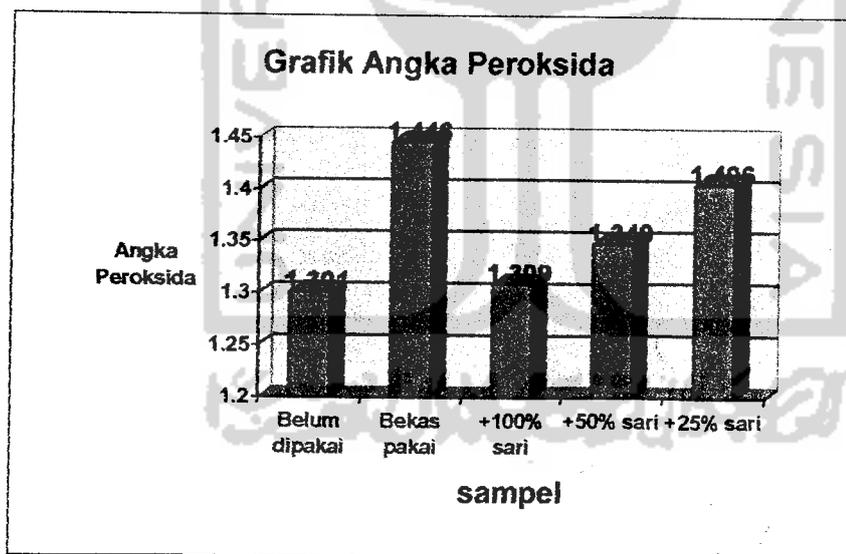
Dari tabel diatas terlihat bahwa, pada minyak goreng bekas tanpa penambahan sari wortel mempunyai angka peroksida yang paling tinggi, yaitu 1,446. Tidak adanya sari wortel sebagai antioksidan menyebabkan oksidasi lebih cepat dan lebih banyak terjadi karena tidak ada yang menghambatnya. Sehingga pada minyak goreng yang mempunyai kandungan asam lemak tidak jenuh cukup tinggi seperti pada minyak goreng curah yang digunakan dalam penelitian ini mudah mengalami reaksi oksidasi pada pemanasan diatas suhu kamar. Reaksi oksidasi ini menghasilkan peroksida, dimana semakin banyak peroksida yang terbentuk maka mengakibatkan pembentukan kompleks iod - amillum yang banyak pula. Hal ini ditandai dengan warna larutan yang semakin pekat dan nilai absorbansi yang semakin tinggi.

Pada minyak goreng yang telah tengik akan mengandung peroksida yang tinggi. Hal ini disebabkan karena pada asam lemak tidak jenuh yang merupakan komponen penyusun minyak teroksidasi sehingga melepaskan atom hidrogen dan membentuk radikal bebas. Lepasnya atom H ini akan memicu reaksi oksidasi selanjutnya dimana radikal bebas yang terbentuk akan mengikat O₂ dari udara dan kemudian mengambil

atom H dari asam lemak tidak jenuh yang lain membentuk peroksida dan radikal bebas yang baru.

Adanya penambahan antioksidan akan membantu menghambat terbentuknya peoksida, karena antioksidan memiliki banyak ikatan rangkap yang mudah dioksidasi dan melepaskan atom H yang ada untuk berikatan dengan radikal bebas sehingga reaksi berantai pembentukan peroksida dapat terhenti atau berkurang. Seperti antioksidan betakaroten yang terdapat didalam sari wortel menghambat pembentukan peroksida lebih lanjut. Hal ini dibuktikan dengan penurunan angka peroksida pada minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel dengan konsentrasi 100%, 50% dan 25%. Dari ketiga konsentrasi ini terlihat bahwa pada konsentrasi 100% angka peroksida paling kecil dibandingkan dua konsentrasi yang lain. Berarti penambahan sari wortel lebih efektif pada volume yang sama dengan volume minyak goreng yang digunakan.

Aktivitas antioksidan ditunjukkan pada gambar berikut ini :



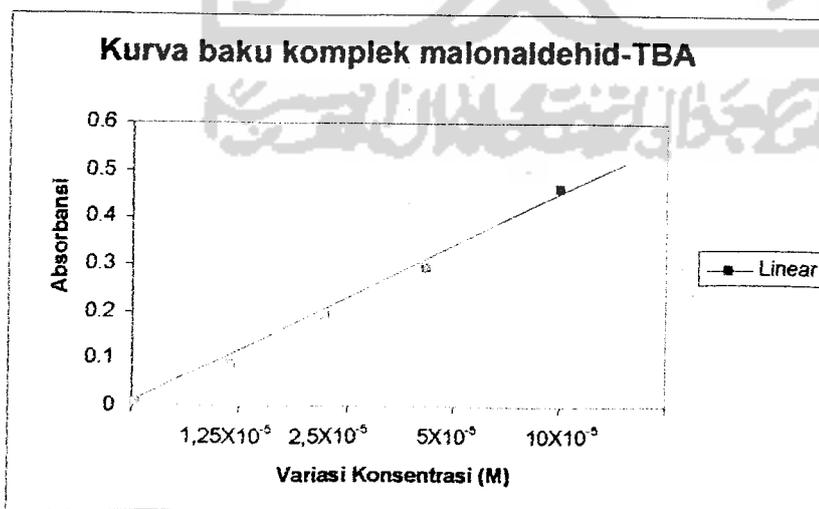
Gambar 15. Grafik Angka Peroksida

Usaha penambahan antioksidan hanya dapat mengurangi atau menghambat peroksida dalam jumlah yang kecil. Aktivitas antioksidan betakaroten dalam sari wortel tidak begitu efektif pada minyak goreng yang mengandung peroksida dalam jumlah yang sangat banyak. Dengan kata lain minyak tersebut sudah terlalu tengik.

Dari data-data yang telah diperoleh, dilakukan uji statistik menggunakan uji one-sample T test, yaitu untuk membandingkan rata-rata sampel yang diuji dengan pembanding. Angka peroksida dari ketiga sampel minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel dengan konsentrasi 25%, 50% dan 100% dengan pembanding minyak goreng yang belum dipakai dan minyak goreng bekas pakai tanpa penambahan apapun diolah dengan menggunakan one sample T test. Hipotesis (H_0) dari pengujian ini yaitu adanya perbedaan yang bermakna antara angka peroksida sampel dengan pembanding. Dari tabel yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara angka peroksida minyak goreng sebelum dipakai, minyak goreng bekas pakai dan minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel.

3. Penetapan angka TBA

Untuk pengukuran hasil oksidasi terhadap lemak pangan yang mengandung asam lemak dengan derajat ketidakjenuhan yang tinggi digunakan uji TBA dengan cara mengukur absorbansi produk oksidasi pada panjang gelombang 529 nm. Untuk mengukur absorbansinya, terlebih dahulu harus ditentukan panjang gelombang maksimum dari malonaldehid. Panjang gelombang diukur pada 500 – 600 nm karena kompleks antara malonaldehid dengan TBA akan menghasilkan warna merah. Dari pengukuran absorbansi pada kompleks tersebut diperoleh panjang gelombang maksimum yaitu 529 nm.



Gambar 16. Kurva baku kompleks malonaldehid-TBA

Tabel IV. Pengamatan absorbansi kompleks malonaldehid-TBA

No.	Variasi konsentrasi (M)	Absorbansi
1	0	0,000
2	$1,25 \times 10^{-5}$	0,070
3	$2,5 \times 10^{-5}$	0,145
4	$5,0 \times 10^{-5}$	0,260
5	$10,0 \times 10^{-5}$	0,550

Dari pengukuran absorbansi tersebut, ditentukan persamaan regresi linearnya dengan rumus $Y=BX+A$, dimana A adalah intersep, B adalah slope dan Y adalah absorbansi, yaitu $Y=5450X + 0,0006$ dengan nilai korelasi $r = 0,999$.

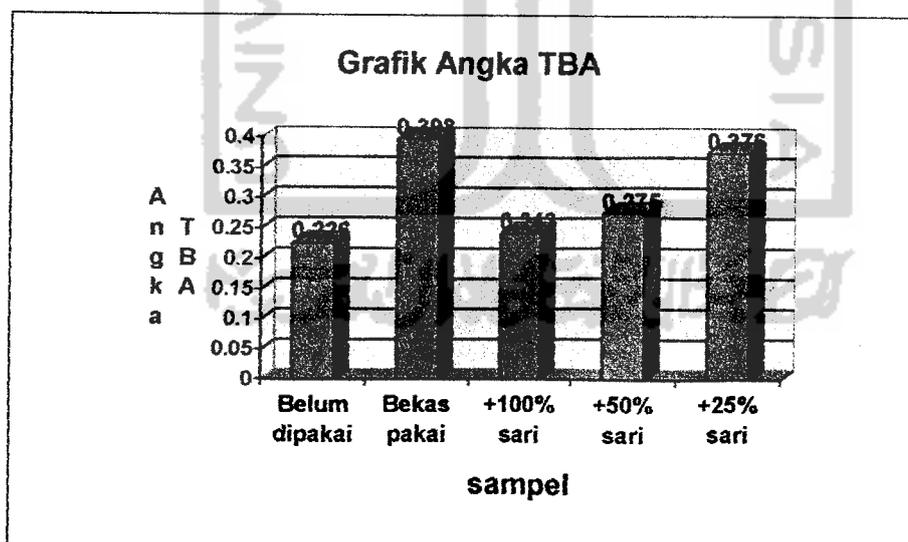
Adapun sampel yang dianalisis terdiri dari minyak goreng belum dipakai, minyak goreng bekas pakai dan minyak goreng bekas pakai yang ditambahkan sari wortel dengan konsentrasi 25%, 50% dan 100% sebagai antioksidan. Minyak goreng yang telah dipakai ini mengalami oksidasi yang berarti minyak goreng tersebut telah rusak. Minyak goreng yang telah rusak ini mengandung senyawa aldehid dan kebanyakan sebagai malonaldehid (MDA) yang juga dihasilkan oleh asam lemak tak jenuh. Reaksi malonaldehid dengan TBA membentuk kompleks berwarna merah pada panjang gelombang maksimum 529 nm. Trikloroasetat ditambahkan dengan tujuan untuk memisahkan malonaldehid dari komponen-komponen yang lain. Oksidasi yang tinggi akan menyebabkan semakin banyak pula malonaldehid yang terbentuk. Hal ini terlihat pada warna kompleks yang semakin pekat sehingga absorbansi yang diukur pun semakin tinggi. Tingginya nilai absorbansi berarti angka TBA pun semakin tinggi.

Tabel V. Angka TBA dari berbagai perlakuan (/kg)

Minyak goreng sebelum dipakai	Minyak goreng bekas pakai	Minyak goreng bekas pakai + sari wortel		
		100%	50%	25%
0,226	0,398	0,243	0,275	0,376

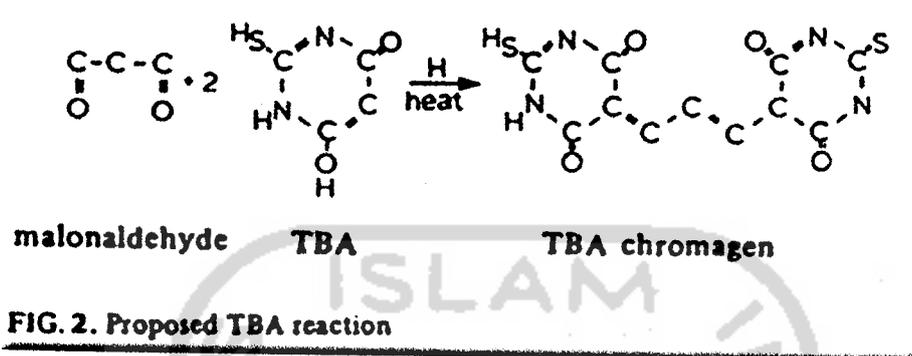
Dari tabel V dapat dilihat bahwa angka TBA pada kelima sampel minyak goreng mengalami kenaikan pada minyak goreng belum dipakai dan yang telah dipakai tapi kemudian mengalami penurunan pada minyak goreng bekas pakai yang telah ditambah sari wortel. Pemanasan pada minyak goreng menyebabkan terjadinya peningkatan angka TBA dari 0,226 menjadi 0,398 yang berarti semakin banyak malonaldehid yang dihasilkan akibat oksidasi.

Pada gambar dibawah ini dapat dilihat bahwa pada minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel, angka TBA terus menurun mulai dari konsentrasi 25% hingga 100% yang memiliki angka TBA paling kecil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penambahan sari wortel dapat menurunkan angka TBA dan paling baik ditambahkan dengan konsentrasi 100% dibandingkan dengan 25% dan 50%. Penambahan suatu antioksidan seperti sari wortel dapat menghambat reaksi oksidasi misalnya karena pemanasan diatas suhu kamar, sehingga malonaldehid yang terbentuk dapat dihambat pembentukannya dan memperbaiki kualitas dari minyak goreng tersebut. Adapun penurunan angka TBA dapat dilihat pada gambar 19 berikut ini :



Gambar 17. Grafik Angka TBA

Sedangkan reaksi antara TBA dengan malonaldehid dapat dilihat pada gambar 20, (Gordon,1988):



Gambar18. Reaksi antara TBA dengan Malonaldehid

Angka TBA dari ketiga sampel minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel dengan konsentrasi 25%, 50% dan 100% dengan pembandingan minyak goreng yang belum dipakai dan minyak goreng bekas pakai tanpa penambahan apapun diolah dengan menggunakan one sample T test. Hipotesis (H_0) dari pengujian ini yaitu adanya perbedaan yang bermakna antara angka TBA sampel dengan pembandingan. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara minyak goreng yang belum dipakai, minyak goreng bekas pakai dan minyak goreng bekas pakai yang ditambah sari wortel dengan konsentrasi 100%, 50% dan 25%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Minyak goreng bekas pakai yang telah ditambahkan perasan sari wortel sebagai antioksidan dapat mengurangi ketengikan pada minyak tersebut yang ditandai dengan penurunan angka asam, angka peroksida dan angka TBA.
2. Perasan wortel dengan konsentrasi 100% lebih efektif memperbaiki kualitas minyak goreng bekas pakai karena lebih banyak menurunkan angka asam, angka peroksida dan angka TBA dibandingkan dengan konsentrasi 50% dan 25%.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian terhadap tanaman lain yang kemungkinan memiliki aktivitas sebagai antioksidan untuk memperkaya pustaka antioksidan alami yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap analisis kualitas minyak goreng bekas pakai dengan parameter selain angka asam, angka peroksida dan angka TBA.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002, *Antioksidan, radikal Bebas dan Penuaan*, [http : // www.kompas.com/metro/index.htm](http://www.kompas.com/metro/index.htm) (diakses 25 mei 2004)
- Anonim, 2002, *Wortel (Daucus carota, Linn.)*, IPTEKnet.Allrights reserved (diakses 20 mei 2004)
- Anonim. 2003, *Minyak Goreng Bekas*, [IHC / Diskusi Milis HBE], [http : // www.google.com](http://www.google.com) (diakses 5 juni 2004)
- Anonim, 2003, *Wortel Rajanya Vitamin A*, About CIGNA, [http : // www.asurancigna.com / working.html](http://www.asurancigna.com/working.html) (diakses 20 mei 2004)
- Blaschke, G., and Hermann, J.R., 1988, *Analisis Farmasi*, diterjemahkan oleh Dr. Sarjono Koesman dan dr. Slamet Ibrahim, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta. 484-492
- Berlian, Nur. Dan Rahayu, Estu., 2001, *Wortel dan Lobak*, Penebar Swadaya, Jakarta.5-6
- Budiarso,T., Iwan, 2004, *Minyak kelapa, Minyak Goreng Aman dan Paling Sehat*, indosiar.com (diakses 24 april 2004)
- DeMan, J.M., 1989, *Kimia Makanan*, Edisi II, diterjemahkan oleh Prof. Dr. Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB, Bandung. 41-47, 66-79
- Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S.,1986, *Kimia Organik*, Edisi III, diterjemahkan oleh Aloysius, H.P., ph.D., Penerbit Erlangga, Jakarta. 407
- Harborne, J.B., 1987, *Metode Fitokimia*, Terbitan II, diterjemahkan oleh Dr. Kosasih Padmawinata dan Dr. Iwang Soediro, Penerbit ITB, Bandung. 184-185
- Ketaren, S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Balai Pustaka, Jakarta. Sudarmadji, S., Suhardi dan Haryono, B., 2003, *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*, Edisi II, Penerbit Liberty, Jogjakarta. 3-9,22-73,121-179
- Sudarmadji, S., Suhardi dan Haryono, B., 2003, *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*, Edisi II, Penerbit Liberty, Jogjakarta. 97, 108-117

Tranggono, Sutardi, Haryadi, Suparno, Murdiati, A Sudarmadji, S., Rahayu, K., Naruki, S., Astuti, M., 1990, *Bahan Tambahan Pangan (Food Additives)*, PAU Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta. 313-316, 335

Winarno, F., G., 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 88, 91-92, 105-114



Lampiran 1. Pembuatan dan pembakuan NaOH 0,1 N

1. Pembuatan NaOH 0,1 N

Sejumlah NaOH dilarutkan dalam air bebas CO₂ secukupnya sehingga tiap 1000 ml larutan mengandung 4,001 gram NaOH.

2. Pembakuan NaOH 0,1 N

- Lebih kurang 400 mg Kalium Biftalat secara seksama yang sebelumnya sudah dikeringkan, masukkan dalam Erlenmeyer.
- Tambahkan 75 ml air bebas CO₂, tutup Erlenmeyer, kocok-kocok sampai larut.
- Titration dengan NaOH menggunakan indikator fenolftalein hingga warna berubah menjadi merah. Tiap 1 ml NaOH 0,1 N setara dengan 20,42 mg Kalium Biftalat.
- Reaksi : $\text{KCH}_3\text{H}_4\text{O}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{KNaC}_3\text{H}_4\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- Perhitungan :

$$\text{Normalitas NaOH} = \frac{\text{mg Kalium Biftalat}}{\text{ml NaOH} \times \text{BM Kalium Biftalat}}$$

Catatan : untuk pembakuan NaOH, selain menggunakan Kalium Biftalat dapat digunakan asam oksalat asam klorida.

Volume NaOH yang diperoleh :

- Replikasi 1 : 20,25 ml
- Replikasi 2 : 20,05 ml
- Replikasi 3 : 20,00 ml
- Rata-rata : 20,10 ml

Contoh perhitungan pembakuan NaOH 0,1 N :

$$\text{Normalitas NaOH} = \frac{\text{mg Kalium Biftalat}}{\text{ml NaOH} \times \text{BM Kalium Biftalat}}$$

$$\begin{aligned} \text{Normalitas NaOH} &= \frac{400 \text{ mg}}{20,10 \text{ ml} \times 204,22} \\ &= 0,097 \text{ N} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan angka asam :

Tabel volume NaOH (ml) yang diperoleh pada masing-masing sampel :

Replikasi	Minyak goreng sebelum dipakai	Minyak goreng bekas pakai	Minyak goreng bekas pakai + sari wortel		
			100%	50%	25%
1.	0,95	1,50	1,20	1,30	1,40
2.	0,90	1,50	1,10	1,30	1,30
3.	0,90	1,40	1,20	1,30	1,40
Rata-rata	0,917	1,467	1,167	1,300	1,367

1. Angka asam minyak goreng sebelum dipakai :

$$\text{Angka asam} = \frac{(V \times N \times BE) \text{ NaOH}}{\text{Bobot sample (gram)}}$$

$$0,917 \text{ ml} \times 0,097 \times 40$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{10,00 \text{ gram}}$$

$$= 0,357$$

2. Angka asam minyak goreng bekas pakai :

$$(V \times N \times BE) \text{ NaOH}$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{\text{Bobot sample (gram)}}$$

$$1,467 \text{ ml} \times 0,097 \times 40$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{10,00 \text{ gram}}$$

$$= 0,572$$

3. Angka asam minyak goreng bekas pakai + 100% sari wortel :

$$(V \times N \times BE) \text{ NaOH}$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{\text{Bobot sample (gram)}}$$

$$1,167 \text{ ml} \times 0,095 \times 40$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{10,01 \text{ gram}}$$

$$= 0,443$$

4. Angka asam minyak goreng bekas pakai + 50% sari wortel :

$$(V \times N \times BE) \text{ NaOH}$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{\text{Bobot sample (gram)}}$$

$$1,300 \text{ ml} \times 0,087 \times 40$$

$$\text{Angka asam} = \frac{\quad}{10,01 \text{ gram}}$$

$$= 0,452$$

5. Angka asam minyak goreng bekas pakai + 25% sari wortel :

$$\text{Angka asam} = \frac{(V \times N \times BE) \text{ NaOH}}{\text{Bobot sample (gram)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Angka asam} &= \frac{1,367 \text{ ml} \times 0,087 \times 40}{10,01 \text{ gram}} \\ &= 0,475 \end{aligned}$$

Catatan : Normalitas NaOH yang digunakan berbeda-beda karena setiap kali titrasi pada waktu yang berbeda menggunakan larutan NaOH yang sama selalu dilakukan pembakuan terlebih dahulu.

Lampiran 2. Mencari konsentrasi pada pembuatan kurva baku

1. Penambahan 1,5 ml larutan iod 0,01 N

Pengenceran I : $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$10 \text{ ml} \times N_1 = 1,5 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$1,5 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$N_1 = \frac{\quad}{\quad}$$

$$10 \text{ ml}$$

$$= 1,5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Pengenceran II : $V_3 \times N_3 = V_1 \times N_1$

$$25 \text{ ml} \times N_3 = 1 \text{ ml} \times 1,5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$N_3 = \frac{1 \text{ ml} \times 1,5 \times 10^{-3} \text{ N}}{25 \text{ ml}}$$

$$= 6 \times 10^{-5} \text{ N}$$

2. Penambahan 1,75 ml larutan iod 0,01N

Pengenceran I : $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$10 \text{ ml} \times N_1 = 1,75 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$1,75 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$N_1 = \frac{\quad}{\quad}$$

$$10 \text{ ml}$$

$$= 1,75 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Pengenceran II : $V_3 \times N_3 = V_1 \times N_1$

$$25 \text{ ml} \times N_3 = 1 \text{ ml} \times 1,75 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$1 \text{ ml} \times 1,75 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$N_3 = \frac{\quad}{\quad}$$

$$25 \text{ ml}$$

$$= 7,0 \times 10^{-5} \text{ N}$$

3. Penambahan 2,00 ml larutan iod 0,01 N

Pengenceran I : $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$10 \text{ ml} \times N_1 = 2,00 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$2,00 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$N_1 = \frac{\quad}{\quad}$$

$$10 \text{ ml}$$

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Pengenceran II : $V_3 \times N_3 = V_1 \times N_1$

$$25 \text{ ml} \times N_3 = 1 \text{ ml} \times 2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$1 \text{ ml} \times 2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$N_3 = \frac{\quad}{25 \text{ ml}}$$

$$= 8 \times 10^{-5} \text{ N}$$

4. Penambahan 2,25 ml larutan iod 0,01 N

Pengenceran I : $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$10 \text{ ml} \times N_1 = 2,25 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$2,25 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}$$

$$N_1 = \frac{\quad}{10 \text{ ml}}$$

$$= 2,25 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Pengenceran II : $V_3 \times N_3 = V_1 \times N_1$

$$25 \text{ ml} \times N_3 = 1 \text{ ml} \times 2,25 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$1 \text{ ml} \times 2,25 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$N_3 = \frac{\quad}{25 \text{ ml}}$$

$$= 9 \times 10^{-5} \text{ N}$$

Tabel pengamatan absorbansi kompleks iod-amilum

No.	Variasi kadar (N)	Absorbansi
1	6×10^{-5}	0,277
2	7×10^{-5}	0,463
3	8×10^{-5}	0,573
4	9×10^{-5}	0,758

Dengan menggunakan analisis regresi linier $Y = Bx + A$ diperoleh :

$$\text{Intersep (A)} = -0,647$$

$$\text{Slope (B)} = 15.530$$

$$\text{Koefisien korelasi (r)} = 0,995$$

Sehingga diperoleh persamaan kurva baku $Y = 15.530x - 0,647$

Dimana : Y = absorbansi larutan standar

X = kadar sample

$$= (\text{absorbansi} - \text{intersep}) / \text{slope}$$

Dari persamaan regresi linier di atas dapat dihitung bilangan peroksida dari masing-masing sample dengan rumus :

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi} - \text{intersep}) / \text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml/5 ml}}{2,5 \text{ gram}}$$

Tabel pengamatan absorbansi dari masing-masing sampel :

Minyak goreng sebelum dipakai	Minyak goreng bekas pakai	Minyak goreng bekas pakai + sari wortel		
		100%	50%	25%
0,405	0,523	0,412	0,444	0,490

1. Minyak goreng sebelum dipakai

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi} - \text{intersep}) / \text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml/5 ml} \times P}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= \frac{[(0,405 + 0,647) / 15.530] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml} / 5 \text{ ml} \times 5}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= 13,006 \times 10^{-4} \text{ meq/gram}$$

$$= 1,301 \text{ meq/kg}$$

2. Minyak goreng bekas pakai

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi-intersep}) / \text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml} / 5 \text{ ml} \times P}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= \frac{[(0,523 + 0,647) / 15.530] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml} / 5 \text{ ml} \times 5}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= 14,465 \times 10^{-4} \text{ meq/gram}$$

$$= 1,446 \text{ meq/kg}$$

3. Minyak goreng bekas pakai + 100% sari wortel

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi-intersep}) / \text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml} / 5 \text{ ml} \times P}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= \frac{[(0,412 + 0,647) / 15.530] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml} / 5 \text{ ml} \times 5}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= 13,092 \times 10^{-4} \text{ meq/gram}$$

$$= 1,309 \text{ meq/kg}$$

4. Minyak goreng bekas pakai + 50% sari wortel

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi-intersep})/\text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml/5 ml} \times P}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= \frac{[(0,444 + 0,647)/ 15.530] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml/5 ml} \times 5}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= 13,488 \times 10^{-4} \text{ meq/gram}$$

$$= 1,349 \text{ meq/kg}$$

5. Minyak goreng bekas pakai + 25% sari wortel

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{[(\text{absorbansi-intersep})/\text{slope}] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml/5 ml} \times P}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= \frac{[(0,490 + 0,647)/ 15.530] \times 2 \text{ meq} \times 24 \text{ ml/5 ml} \times 5}{2,5 \text{ gram}}$$

$$= 14,056 \times 10^{-4} \text{ meq/gram}$$

$$= 1,406 \text{ meq/kg}$$

Lampiran 3. Penentuan angka TBA

Tabel pengamatan absorbansi kompleks malonaldehid-TBA

No	Variasi konsentrasi(M) (X)	Absorbansi (Y)
1.	0	0,000
2.	$1,25 \times 10^{-5}$	0,070
3.	$2,5 \times 10^{-5}$	0,145
4.	$5,0 \times 10^{-5}$	0,260
5.	$10,0 \times 10^{-5}$	0,550

Dengan menggunakan analisis regresi linier $Y = Bx + A$ diperoleh :

Intersep (A) = 0,0006

Slope (B) = 5.450

Koefisien korelasi (r) = 0,999

Sehingga diperoleh persamaan kurva baku $Y = 5.450x + 0,0006$

Dimana : Y = absorbansi larutan standar

X = kadar sample

$$= (\text{absorbansi} - \text{intersep}) / \text{slope}$$

Dari persamaan regresi linier di atas dapat dihitung angka TBA dari masing-masing sample dengan rumus :

$$\text{Angka TBA (X)} = \frac{Y - 0,0006}{5.450}$$

Tabel pengamatan absorbansi dari masing-masing sampel :

Minyak goreng sebelum dipakai	Minyak goreng bekas pakai	Minyak goreng bekas pakai + sari wortel		
		100%	50%	25%
		0,247	0,434	0,265

Perhitungan angka TBA

1. Minyak goreng sebelum dipakai

$$\begin{aligned}
 \text{Angka TBA (X)} &= \frac{Y - 0,0006 \times P}{5.450} \\
 &= \frac{0,247 - 0,0006 \times 5}{5.450} \\
 &= 2,261 \times 10^{-4} \text{ mg/gram} \\
 &= 0,226 \text{ mg/kg}
 \end{aligned}$$

2. Minyak goreng bekas pakai

$$\begin{aligned}
 \text{Angka TBA (X)} &= \frac{Y - 0,0006 \times P}{5.450} \\
 &= \frac{0,434 - 0,0006 \times 5}{5.450} \\
 &= 3,976 \times 10^{-4} \text{ mg/gram} \\
 &= 0,398 \text{ mg/kg}
 \end{aligned}$$

3. Minyak goreng bekas pakai + 100% sari wortel

$$\text{Angka TBA (X)} = \frac{Y - 0,0006 \times P}{5.450}$$

$$= \frac{0,265 - 0,0006 \times 5}{5.450}$$

$$= 2,426 \times 10^{-4} \text{ mg/gram}$$

$$= 0,243 \text{ mg/kg}$$

4. Minyak goreng bekas pakai + 50% sari wortel

$$\text{Angka TBA (X)} = \frac{Y - 0,0006 \times P}{5.450}$$

$$= \frac{0,300 - 0,0006 \times 5}{5.450}$$

$$= 2,747 \times 10^{-4} \text{ mg/gram}$$

$$= 0,275 \text{ mg/kg}$$

5. Minyak goreng bekas pakai + 25% sari wortel

$$\text{Angka TBA (X)} = \frac{Y - 0,0006 \times P}{5.450}$$

$$= \frac{0,410 - 0,0006 \times 5}{5.450}$$

$$= 3,756 \times 10^{-4} \text{ mg/gram}$$

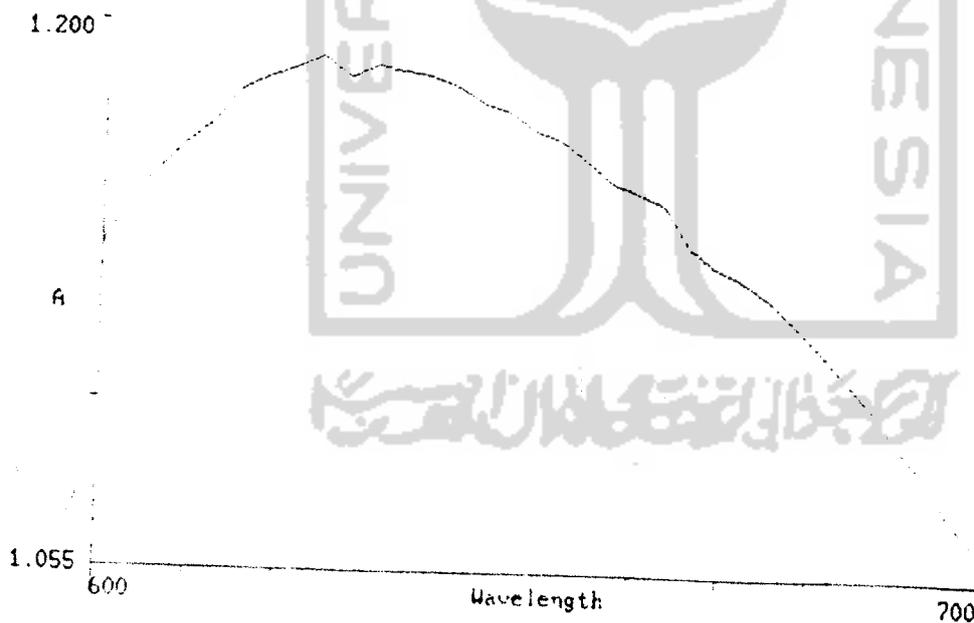
$$= 0,376 \text{ mg/kg}$$

Lampiran 4. Panjang gelombang kompleks iod-amilum

TEST SETUP
GENESYS 10 v2.021 2H5F155001

Survey Scan
Test Name
Measurement Mode
Start Wavelength
Stop Wavelength
Sample Positioner
Scan Speed
ID# (0=Off)
Auto Print

12:22 23Feb05
IRMA
Absorbance
600nm
700nm
Manual 6
Fast 1
Off



ID#: 1

Wavelength	Abs
600	1.140
603	1.150
606	1.160
609	1.167
612	1.173
615	1.182
618	1.185
621	1.188
624	1.191
627	1.186
630	1.189
633	1.188
636	1.186
639	1.184
642	1.179
645	1.177
648	1.173
651	1.170
654	1.164
657	1.159
660	1.156
663	1.153
666	1.142
669	1.136
672	1.133
675	1.128
678	1.122
681	1.116
684	1.108
687	1.101
690	1.091
693	1.084
696	1.073
699	1.065

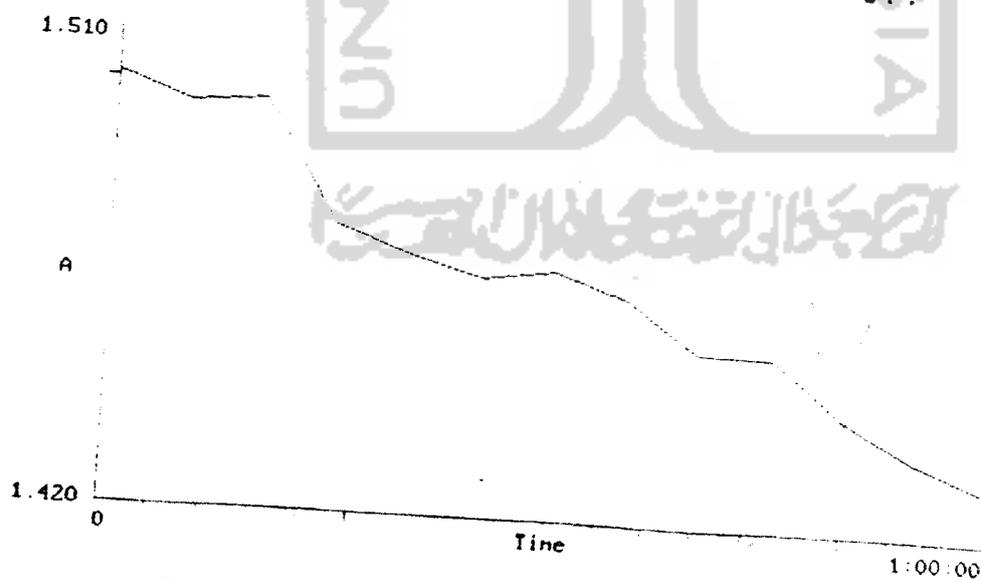


Lampiran 5. Waktu kestabilan kompleks iod-amilum

TEST SETUP

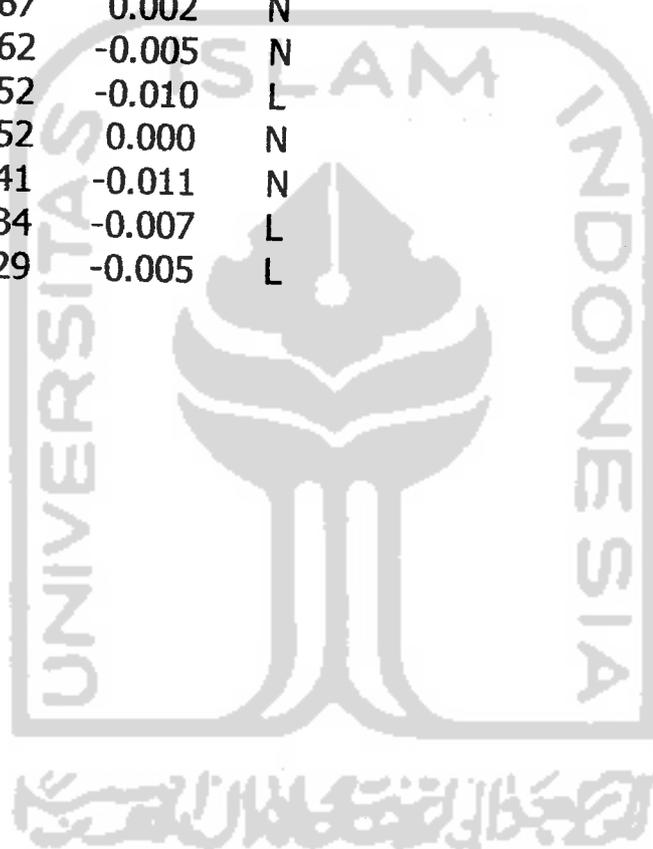
GENESYS 10 v2.021 2H5F155001

Kinetics	13:59 4Mar05
Test Name	IRMA
Measurement Mode	Absorbance
Wavelength	624nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Delay Time (min:sec)	0:00
Interval Time (min:sec)	5:00
Total Run Time (hr:min:sec)	1:00:00
Display Result (Rate * Factor)	On
Factor	1.000
Units	µg/ml
Linearity Value	0.005
Sample Positioner	Manual 6
ID# (0=Off)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Auto Print	Off



ID#	Abs/min	Result	µg/mL
1	-0.001	-0.001	

HH:MM:SS	Abs	Delta	Lin
0:00:00	1.501		
0:05:00	1.496	-0.005	
0:10:00	1.497	0.001	N
0:15:00	1.474	-0.023	N
0:20:00	1.469	-0.005	N
0:25:00	1.465	-0.004	L
0:30:00	1.467	0.002	N
0:35:00	1.462	-0.005	N
0:40:00	1.452	-0.010	L
0:45:00	1.452	0.000	N
0:50:00	1.441	-0.011	N
0:55:00	1.434	-0.007	L
1:00:00	1.429	-0.005	L

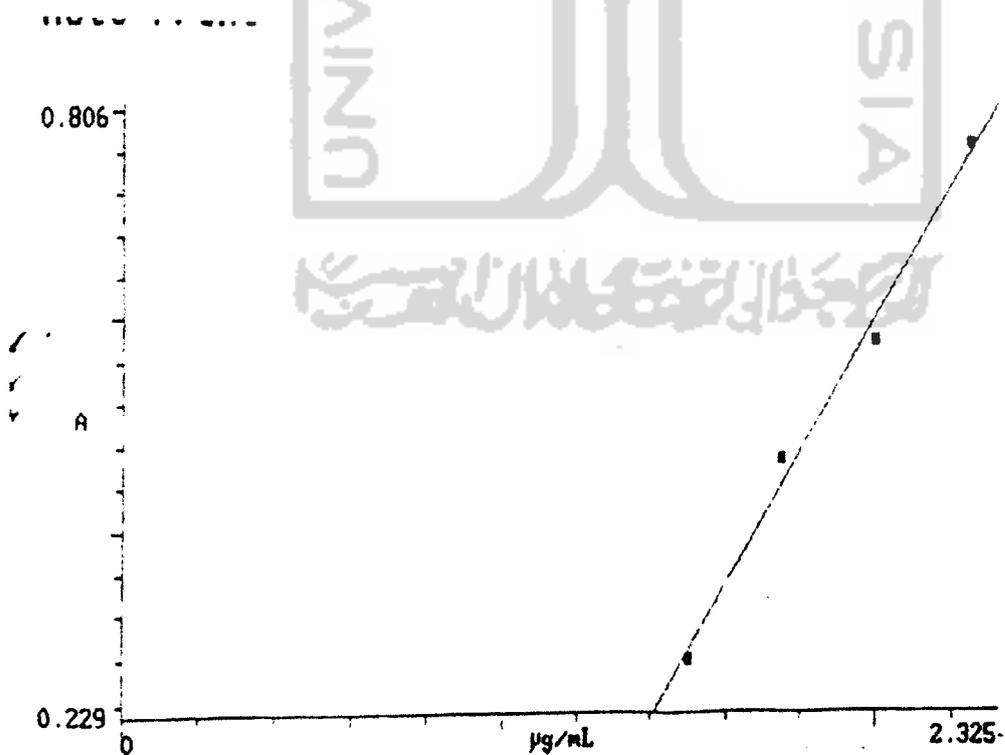


Lampiran 6. Kurva baku kompleks iod-amilum

TEST SETUP

GENESYS 10 v2.021 2H5F155001

Standard Curve	11:46 9Mar05
Test Name	IRMA
Date Standards Measured	9Mar05
Wavelength	624nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Curve Fit	Linear
Number of Standards	4
Units	ppm
Sample Positioner	Manual 6
ID# (0=Off)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Statistics	Off
Auto Print	Off



Curve Fit	Linear
Slope	0.03106
Intercept	-0.647
Std Dev	0.024
Corr Coeff	0.995

Std #	Vol. ml	Conc. mmol/ml	Abs 624nm
1	1.500	3,0x10 ⁻⁵	0.277
2	1.750	3,5x10 ⁻⁵	0.463
3	2.000	4,0x10 ⁻⁵	0.573
4	2.250	4,5x10 ⁻⁵	0.758

TEST SETUP
GENESYS 10 v2.021 2H5F155001

Absorbance Ratio	11:46 9Jun05
Test Name	IRMA
Wavelength 1	624nm
Wavelength 2	624nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Sample Positioner	Manual 6
ID# (0=Off)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Statistics	Off
Auto Print	Off

ID#	Abs 624nm	Abs 624nm	Result
1.	0.405	0.405	1.000
2.	0.523	0.523	1.000
3.	0.425	0.425	1.000
4.	0.439	0.439	1.000
5.	0.471	0.471	1.000

Lampiran 7. Panjang gelombang malonaldehid

TEST SETUP

GENESYS 10 v2.021 2H5F155001

Survey Scan

14:30 23Apr05

Test Name

IRMA

Measurement Mode

Absorbance

Start Wavelength

520nm

Stop Wavelength

550nm

Sample Positioner

Manual 6

Scan Speed

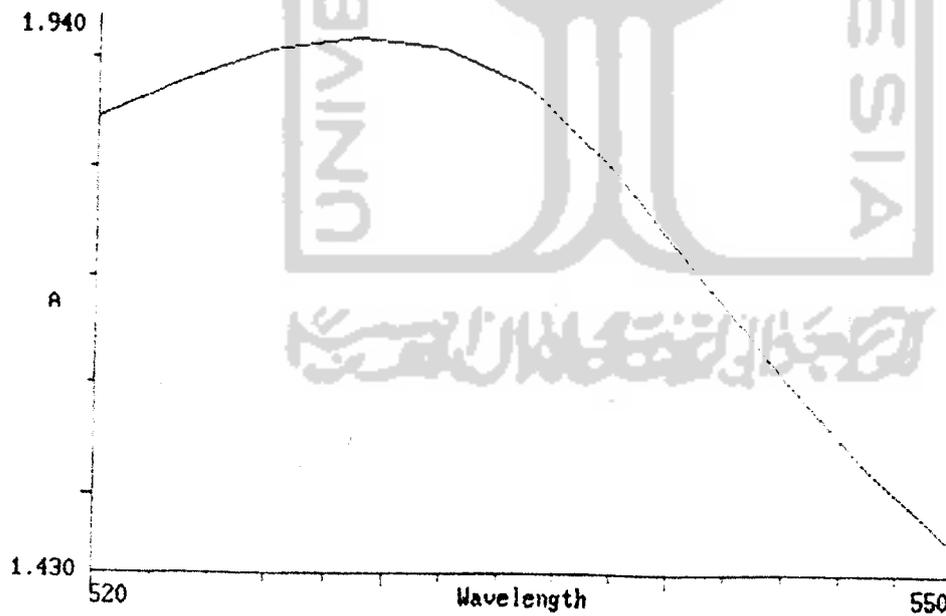
Fast

ID# (0=Off)

1

Auto Print

Off



ID#: 1

Wavelength	Abs
520	1.846
523	1.879
526	1.908
529	1.919
532	1.910
535	1.873
538	1.797
541	1.704
544	1.607
547	1.523
550	1.457

TEST SETUP

GENESYS 10 v2.021 2H5F155001

Absorbance Ratio	11:46 20Jun05
Test Name	IRMA
Wavelength 1	529nm
Wavelength 2	529nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Sample Positioner	Manual 6
ID# (0=Off)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Statistics	Off
Auto Print	Off

ID#	Abs 529nm	Abs 529nm	Result
1.	0.247	0.247	1.000
2.	0.434	0.434	1.000
3.	0.294	0.294	1.000
4.	0.312	0.312	1.000
5.	0.370	0.370	1.000

Lampiran T-Test Angka Asam

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Asam	5	.459800	7.70240E-02	3.44E-02

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Asam	13.348	4	.000	.459800	.364162	.555438

T-Test Angka Peroksida

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Peroksida	5	1.362200	6.26315E-02	2.80E-02

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Peroksida	48.633	4	.000	1.362200	1.284433	1.439967

T-Test Angka TBA

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TBA	5	.303600	7.85258E-02	3.51E-02

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
TBA	8.645	4	.001	.303600	.206097	.401103

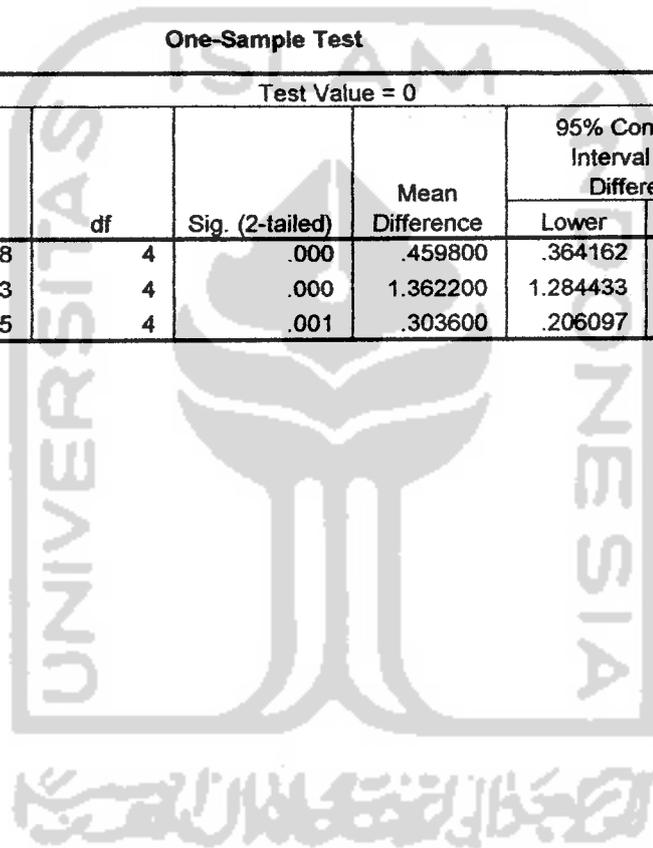
T-Test Angka Asam, Angka Peroksida dan Angka TBA

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Asam	5	.459800	7.70240E-02	3.44E-02
Peroksida	5	1.362200	6.26315E-02	2.80E-02
TBA	5	.303600	7.85258E-02	3.51E-02

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Asam	13.348	4	.000	.459800	.364162	.555438
Peroksida	48.633	4	.000	1.362200	1.284433	1.439967
TBA	8.645	4	.001	.303600	.206097	.401103



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JURUSAN FARMASI FMIPA UII
BAGIAN BIOLOGI FARMASI**

Alamat : Jl.Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta
Telpon : (0274) 895920 Ext. 2333

SURAT KETERANGAN

Nomor:29/ UII/Jur Far/ det/IX/2005

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi Farmasi Jurusan Farmasi FMIPA UII menerangkan bahwa:

Nama : Irma Andalusia
NIM : 01613112
Pada Tanggal : 15 September 2005

Telah mendeterminasi 1 (satu) species tanaman dengan bimbingan Dra. Iyok Budiarti, di Laboratorium Biologi Farmasi FMIPA UII.

Tanaman tersebut: *Daucus carota* (wortel)

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan semestinya.

Yogyakarta, 20 September 2005
Bagian Biologi Farmasi
Kepala



Asih Triastuti, S.F., Apt
NIP. 03.469/MP