

**ANALISIS KANDUNGAN TOTAL KAROTEN DALAM TIGA VARIETAS
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) SECARA SPEKTROFOTOMETRI**



OLEH :
MINCE BUNGA
94 03 075

UNIVERSITAS HASANUDDIN PERPUSTAKAAN	
Tgl. Pengantar	21-08-2006
Asal	FAK MIPA
Tempo	1 exp
Tempo	Hadiah
No. Inventaris	010021 142
No. Klas	15125 ✓



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2000**

SKRIPSI



OLEH :

MINCE BUNGA

94 03 075

JURUSAN FARMASI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2000

ANALISIS KANDUNGAN TOTAL KAROTEN DALAM TIGA VARIETAS
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* MILL.) SECARA SPEKTROFOTOMETRI

OLEH :
MINCE BUNGA
94 03 075



Skripsi untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat untuk mencapai gelar sarjana

JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2000

ANALISIS KANDUNGAN TOTAL KAROTEN DALAM TIGA VARIETAS
TOMAT (*Lycopersicum esculentum* MILL.) SECARA SPEKTROFOTOMETRI



Di setujui Oleh :

Pembimbing Utama

(Dra. Hj. Roswita Abbas, Msi.)

Pembimbing Pertama

(Dra. Christiana Lethe)

Pada tanggal, 9 Maret 2000

UCAPAN TERIMA KASIH



Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis telah berusaha dengan segala kemampuan yang ada dalam menyelesaikan skripsi ini, namun keterbatasan kemampuan, waktu dan pengetahuan maka penulis sadar akan kekurangan-kekurangan yang ada, walaupun demikian penulis tetap berharap semoga dapat bermanfaat.

Dengan selesainya skripsi ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dra. Hj. Roswita Abbas, MSi selaku penasehat akademik sekaligus pembimbing utama dan Ibu Dra. Christiana Lethe selaku pembimbing pertama yang telah bersedia mengorbankan waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan bimbingan, petunjuk dan bantuan yang terus menerus sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih yang sama, tak lupa penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dekan dan Pembantu Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

3. Bapak/Ibu Pimpinan Laboratorium di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, khususnya Jurusan Farmasi.
4. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, khususnya Jurusan Farmasi.
5. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, khususnya Jurusan Farmasi.
6. Rekan Mahasiswa Farmasi (Tin, Rahmi, Nancy, Pay, Farida, Sandi) dan rekan-rekan mahasiswa Farmasi khususnya angkatan 94.

Rasa hormat dan bakti penulis tujukan kepada Ayahanda Y.S. Bubun, dan Ibunda Y. Pabarrungan yang telah mengasuh dan mendidik dengan penuh kasih sayang. Kepada Saudara-saudaraku tercinta : Kak Nety, Kak Peli, Adik Mani', Adik Oppi, dan adik Ita yang telah banyak memberikan bantuan serta dorongan moril. Juga kepada Om dan Tante, serta Adik Yaris, Adik Iin dan Adek Tinus yang telah banyak memberikan semangat serta doa selama penulis menempuh pendidikan. Tak lupa kepada rekan-rekan pondokan yang telah menganggap penulis sebagai saudara.

Imbalan tak ternilai atas kesemuanya itu hanya mampu penulis kembalikan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa untuk membalasnya.

Akhirnya penulis mengharapkan kiranya skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, Januari 2000

Penulis

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian kadar total karoten pada tiga varietas tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) yang diambil dari salah satu pasar yang ada di Kotamadya Makassar, Sulawesi Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menetapkan dan membandingkan kadar total karoten pada tomat apel (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. *pyriforme*), tomat biasa (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. *commune*), dan tomat kentang (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. *grandifolium*).

Ekstraksi sampel dilakukan secara Soxhletasi dengan pelarut aseton, kemudian diekstraksi kembali dengan petroleum eter dan disaponifikasi dengan KOH 15% dalam metanol. Hasilnya diekstraksi kembali dengan petroleum eter, dicuci dengan air suling sampai bebas basa dan dikeringkan dengan menggunakan Na_2SO_4 anhidrat.

Analisis kualitatif secara kromatografi lapis tipis (KLT) menggunakan cairan pengelusi petroleum eter : benzen (9:1), dengan pembanding β -karoten murni. Pada penampak noda sinar UV 254 nm diperoleh satu noda pada setiap sampel sedang pembanding tidak nampak. Dengan penampak noda H_2SO_4 10% diperoleh 2 noda, noda yang berwarna kuning mempunyai warna dan R_f yang sama dengan pembanding. Pada pengukuran panjang gelombang maksimum sampel diperoleh 465 nm untuk tomat apel dan 445 nm untuk tomat kentang dan tomat biasa.

Penetapan kadar total karoten dilakukan dengan metode spektrofotometri sinar tampak pada panjang gelombang maksimum 448 nm, diperoleh hasil sebagai berikut : dalam tomat apel kadar total karoten rata-rata 45,00 $\mu\text{g/g}$, tomat biasa 40,67 $\mu\text{g/g}$ dan

tomat kentang 30,33 $\mu\text{g/g}$. Analisa statistik menggunakan rancangan acak lengkap memperlihatkan bahwa kadar total karoten antara tomat apel dan tomat kentang berbeda nyata, sedangkan antara tomat apel dan tomat biasa serta tomat biasa dan tomat kentang tidak berbeda nyata.

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa tomat apel mengandung kadar total karoten tertinggi, diantara ketiga varietas tomat yang dianalisis.

ABSTRACT

The total caroten content from three variety tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill.) which were collected from market in Makassar has been investigated. The aim of the investigation was to determine and compare of total caroten content from *Lycopersicum esculentum* Mill. var. *pyriforme*, *Lycopersicum esculentum* Mill. var. *commune*, and *Lycopersicum esculentum* Mill. var. *grandifolium*.

The investigation consisted of extraction by Soxhlet using acetone, and acetone extract after evaporated then was extracted with petroleum ether and saponification with KOH 15% in methanol. Extract of petroleum ether after saponification then was re-extracted with petroleum ether, then washed with distilled water up to free from base and dried using Na₂SO₄ anhydrate.

Qualitative analysis by thin layer chromatography used petroleum ether : benzene eluent in ratio of 9 : 1 with β -caroten pure as reference. Under Ultraviolet 254 nm ray there was 1 spot for each sample but for reference did not appear. By sulphuric acid 10% showed 2 spots, the yellow spot have same colour and R_f from sample with β -caroten pure as reference. The maximum wavelength 465 nm for *L. esculentum* Mill. var. *pyriforme* and 445 nm for *L. esculentum* Mill. var. *grandifolium* and *L. esculentum* Mill. var. *commune*.

The determination of total caroten content was carried out using UV-VIS spectrophotometric with maximum wavelength (448 nm) experiencing : the total caroten content from *L. esculentum* Mill. var. *pyriforme* about 45,00 μ g/g, *L. esculentum* Mill.

var. *commune* about 40,67 $\mu\text{g/g}$ and *L. esculentum* Mill. var. *grandifolium* about 30,33 $\mu\text{g/g}$. Analysis statistically with randomised complete design showed that significant between *L. esculentum* Mill. var. *pyriforme* and *L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*, and was non significant between *L. esculentum* Mill. var. *esculentum* Mill. var. *pyriforme* and *L. esculentum* Mill. var. *commune* as well as between *L. esculentum* Mill. var. *commune* and *L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*.

From that investigation, can be concluded that *L. esculentum* Mill. var. *pyriforme* contained total caroten content is very high, from the third variety tomatoes.

DAFTAR ISI



Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II POLA PENELITIAN	3
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	5
III.1 Uraian Umum Tomat	5
III.1.1 Klasifikasi	5
III.1.2 Nama Daerah	5
III.1.3 Morfologi	6
III.1.4 Kandungan Kimia	7
III.1.5 Kegunaan	8
III.2 Karotenoid dan Peranannya	9

III.2.1 Uraian Umum Karotenoid	9
III.2.2 Peranan Karotenoid	12
III.3 Ekstraksi	14
III.4 Kromatografi Lapis Tipis	14
III.5 Spektrofotometri Sinar Tampak	15
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	18
IV.1 Alat dan Bahan	18
IV.1.1 Alat-alat yang digunakan	18
IV.1.2 Bahan-bahan yang digunakan	18
IV.2 Penyiapan Sampel	19
IV.3 Pembuatan Larutan Pereaksi	19
IV.3.1 Larutan 15% KOH dalam Metanol	19
IV.3.2 Larutan Fase Gerak	19
IV.4 Ekstraksi Sampel	20
IV.5 Analisis Kualitatif	20
IV.6 Analisis Kuantitatif	21
IV.6.1 Pembuatan Larutan Baku	21
IV.6.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum β -karoten murni	21
IV.6.3 Pembuatan Kurva Baku	21
IV.6.4 Penetapan Kadar Total Karoten	21

BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
V.1	Hasil	22
V.1.1	Analisis Kualitatif	22
V.1.2	Analisis Kuantitatif	22
V.2	Pembahasan	23
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN'	25
VI.1	Kesimpulan	25
VI.2	Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel	
I. Nilai Rf Kromatogram Lapis Tipis	29
II. Hasil pengukuran Serapan Larutan β -karoten Murni Pada Panjang Gelombang 448 nm	30
III. Hasil Perhitungan Kadar Total Karoten Pada Tiga Varietas Tomat	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kromatogram Lapis Tipis	32
2. Kurva Serapan Larutan β -karoten Murni (10 bpj) Pada Panjang Gelombang 400-500 nm	33
3. Kurva serapan larutan sampel tomat apel	34
4. Kurva serapan larutan sampel tomat biasa	35
5. Kurva serapan larutan sampel tomat kentang	36
6. Kurva Baku Larutan β -karoten Murni	37
7. Foto Buah Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran	
A. Skema Kerja	36
B. Perhitungan Persamaan Garis Regresi Linear	40
C. Contoh Perhitungan Kadar Total Karoten Sampel	41
D. Hasil Perhitungan Analisis Statistik Dengan Metode Rancangan Acak Lengkap	42

BAB I PENDAHULUAN



Indonesia sebagai negara agraris kaya akan berbagai jenis buah-buahan. Luas geografisnya memungkinkan ditanamnya buah-buahan komersial sepanjang tahun. Tomat termasuk buah komersial yang sangat digemari dan merupakan salah satu jenis bahan pangan dari sekitar 400 jenis buah-buahan dan berbagai jenis sayuran yang dihasilkan di Indonesia ; yang mempunyai peran dan sumbangan besar terhadap keanekaragaman dan kecukupan gizi rakyat serta sumber daya devisa negara. Tomat tergolong buah multi guna, didayagunakan terutama untuk bumbu masakan sehari-hari, bahan baku industri saus tomat, dimakan segar dan berbagai macam bahan makanan bergizi tinggi lainnya. Beberapa literatur yang mengungkapkan khasiat buah tomat, antara lain menyebutkan bahwa makan tomat pada pagi hari bermanfaat untuk mencegah pembentukan batu saluran kencing, bahkan jika rutin makan buah tomat tiap hari dapat membantu penyembuhan sakit lever, tuberkulosa, dan asma. (1,2)

Warna jingga pada buah tomat merupakan kandungan karoten yang berperan sebagai provitamin A, yang sebenarnya dapat dipakai sebagai sumber vitamin A untuk mengatasi kebutaan anak-anak Indonesia yang termasuk tinggi di dunia. Sedangkan warna merah menunjukkan kandungan likopen. Kadar β -karoten dalam buah tomat amat bervariasi tergantung pada jenisnya. (2,3)

β -karoten adalah provitamin A yang merupakan sumber vitamin dari bahan nabati. β -karoten mempunyai aktivitas sebagai provitamin A yang akan diubah menjadi

vitamin A melalui hidrolisis enzim di dalam mukosa usus halus manusia maupun hewan, dimana dalam keadaan optimum satu molekul β -karoten akan membentuk dua molekul vitamin A. (4,5)

Vitamin A merupakan komponen penting dalam sistem indera penglihatan terutama untuk mencegah timbulnya gangguan mata xerophthalmia dan buta senja. Salah satu fungsi yang cukup penting dari vitamin A pada anak adalah mendorong pertumbuhan yang optimal (4,7). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk menentukan kadar total karoten dalam tiga varietas tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) secara spektrofotometri.

Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis kadar total karoten dalam varietas tomat apel (*L. esculentum* Mill. var. *pyriforme*), tomat biasa (*L. esculentum* Mill. var. *commune*) dan tomat kentang (*L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*) yang dianalisis secara spektrofotometri, dengan tujuan untuk menetapkan dan membandingkan kadar total karoten dalam ketiga varietas tomat tersebut.

BAB II

POLA PENELITIAN

II.1 Penyiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan disiapkan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

II.2 Penyiapan Sampel

Sampel berupa buah tomat yang masak dari tiga varietas tomat diambil secara acak dari salah satu pasar yang ada di Ujungpandang.

II.3 Pembuatan Larutan Pereaksi

II.3.1 Pembuatan Larutan KOH 15% dalam metanol

II.3.2 Pembuatan larutan fase gerak

II.4 Ekstraksi Sampel

Sampel diekstraksi dengan aseton secara Soxhletasi kemudian diekstraksi kembali dengan petroleum eter dan disaponifikasi dengan KOH 15% dalam metanol. Hasilnya diekstraksi dengan petroleum eter, dicuci dengan air suling sampai bebas basa dan dikeringkan dengan menggunakan Na_2SO_4 anhidrat.

II.5 Analisis Kualitatif

II.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Sampel

II.5.2 Kromatografi Lapis Tipis

Ekstrak petroleum eter dielusi pada lempeng kromatografi lapis tipis menggunakan cairan pengelusi dan penanipak noda yang sesuai.

II.6 Analisis Kuantitatif

II.6.1 Pembuatan Larutan Baku β -karoten

Dibuat larutan baku dari β -karoten murni dengan pelarut petroleum eter dengan konsentrasi 1, 5, 10, 15, dan 20 bpj.

II.6.2 Penentuan Panjang Gelombang maksimum β -karoten Murni

II.6.3 Pembuatan Kurva Baku

Masing-masing larutan baku diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer sinar tampak.

II.6.4 Pengukuran Kadar Total Karoten Sampel

Sampel yang telah diekstraksi dengan petroleum eter diukur serapannya menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang maksimum β -karoten murni.

II.7 Pengumpulan dan Analisis Data

Data dikumpulkan dari hasil pengukuran kemudian dianalisis secara statistik dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL).

II.8 Pembahasan Hasil

Pembahasan hasil diuraikan berdasarkan hasil analisis data.

II.9 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan hasil.

BAB III
TINJAUAN PUSTAKA

III.1 Uraian Umum Tomat

III.1.1 Klasifikasi Tanaman Tomat (2,8,23)

Divisi	: Spermatophyta
Anak Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Anak Kelas	: Sympetalae
Bangsa	: Solanales
Suku	: Solanaceae
Marga	: Lycopersicum
Jenis	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.
Varietas	: <i>L. esculentum</i> Mill. var. <i>commune</i> <i>L. esculentum</i> Mill. var. <i>pyriforme</i> <i>L. esculentum</i> Mill. var. <i>grandifolium</i>

III.1.2 Nama Daerah (2,8)

Sunda	: Kemir
Makassar	: Lambate
Ternate	: Tammate
Gorontalo	: Tomato
Toraja	: Tammate
Bugis	: Lambate

III.1.3 Morfologi (2,8)

Tomat merupakan tanaman setahun (annual) atau tahunan (perennial) yang berumur pendek tetapi umumnya tumbuh setahun. Tinggi tanaman dapat mencapai 2-3 meter atau lebih, mempunyai batang lunak dan bulat. Batang tanaman sewaktu masih muda mudah patah, sedangkan setelah tua menjadi keras dan hampir berkayu dan seluruh permukaan batangnya berbulu halus serta bercabang lebat.

Daun tomat umumnya lebar-lebar, bersirip dan berbulu, panjangnya antara 3-25 cm atau lebih, lebar sekitar 2-15 cm, dan biasanya tumbuh dekat ujung dahan (cabang). Tangkai daun bulat panjang sekitar 7-10 cm dan tebalnya antara 0,3-0,5 cm.

Bunga tanaman tomat tersusun dalam rangkaian bunga yang jumlah kuntum bunganya beragam antara varietas. Kuntum bunga tomat terdiri atas 5 daun kelopak dan 5 helai mahkota, memiliki bakal buah, kepala putik serta benang sari. Serbuk sari terdapat dalam kantong sari dan letaknya seakan-akan menjadi satu sehingga membentuk bumbung yang mengelilingi tangkai kepala putik (stylus). Sebagian besar bunga tomat menyerbuk sendiri, tetapi mudah juga dilakukan persilangan.

Buah tomat umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih, oval dengan ukuran panjang 4-7 cm diameter 3-8 cm. Struktur buah tomat berada di atas tangkai buah, kulitnya tipis, halus dan bila sudah masak berwarna merah muda, merah, dan kuning.

Berdasarkan bentuk buahnya, tomat dibagi atas beberapa varietas, diantaranya adalah :

1. Tomat biasa (*L. esculentum* Mill. var. *commune*), yang bentuk buahnya bulat pipih tidak teratur dan sedikit beralur, terutama dekat tangkainya.
2. Tomat apel (*L. esculentum* Mill. var. *pyriforme*), bentuk buahnya bulat, kuat (kompak) dan sedikit keras seperti buah apel.
3. Tomat kentang (*L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*), bentuk buahnya agak lonjong, besar, padat atau kompak.
4. Tomat cherry (*L. esculentum* Mill. var. *cerasiforme*), bentuk buahnya bulat atau bulat panjang, berwarna merah atau kuning, ruang buah sedikit dan ukuran buahnya kecil-kecil.

III.1.4 Kandungan Kimia (2, 9, 10)

Buah : asam maleat, asam sitrat, adenin, trigonellin, kolin, tomatin, kalsium (Ca), besi (Fe), Fosfor (P), karoten, vitamin B₁, B₂, dan C.

Daun : pectin, arbutin, amygdalin, alkaloid

Warna jingga pada tomat merupakan kandungan karoten yang berperan sebagai provitamin A, sedangkan warna merah menunjukkan kandungan likopen yang juga sangat baik untuk mencegah penyakit kekurangan vitamin A (xerophthalmia). Sementara rasa asam disebabkan oleh kandungan asam sitrat.

Tabel I. Kandungan dan komposisi gizi buah tomat tiap 100 gram

Kandungan gizi	Macam Tomat		
	Buah muda	Buah masak	Sari buah
Energi (kal)	23,00	20,00	15,00
Protein (g)	2,00	1,00	1,00
Lemak (g)	0,7	0,3	0,2
Karbohidrat (g)	2,3	4,2	3,5
Kalsium (mg)	5,00	5,00	7,00
Fosfor (mg)	27,00	27,00	15,00
Zat besi (mg)	0,50	0,50	0,40
Vitamin A (SI)	320,00	1500,00	600,00
Vitamin B ₁ (mg)	0,07	0,06	0,05
Vitamin B ₂ (mg)	-	0,03	-
Vitamin C (mg)	30,00	40,00	10,00
Air (g)	93,00	94,00	94,00

III.1.3 Kegunaan (2,9,22)

Tomat tergolong sayuran multiguna dan multifungsi, didayagunakan terutama untuk bumbu masakan sehari-hari, juga bahan baku industri saus tomat, dimakan segar, diawetkan dalam kaleng (canning), dan berbagai macam bahan makanan bergizi tinggi lainnya.

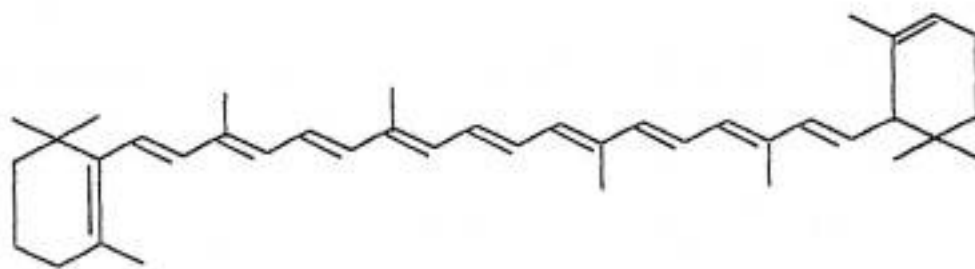
Buah tomat berkhasiat sebagai obat demam, obat jerawat, obat wasir, obat sembelit dan obat lambung. Untuk obat demam dipakai 5-7 buah segar yang sudah masak, dicuci bersih lalu dibagi dua bagian yang sama untuk dimakan sehari 2 kali pagi dan sore.

Kegunaan lain tanaman tomat adalah untuk penyembuhan sendi tulang yang keseleo dan sakit bisul. Sari seluruh bagian tanaman tomat

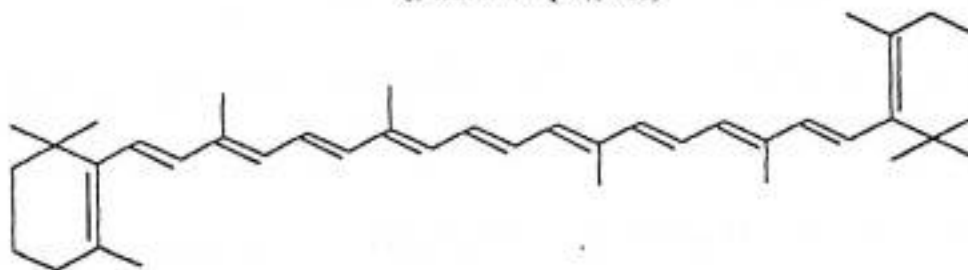
Lycopen adalah senyawa awal karotenoid, berhubungan dengan semua karotenoid yang telah diketahui melalui perubahan seperti reduksi pada beberapa ikatan rangkap, siklisasi, isomerisasi pada posisi ikatan rangkap dan masuknya gugus fungsi yang mengandung oksigen. Ikatan rangkap dalam likopen adalah semua bentuk konfigurasi trans dan berada dalam bentuk konjugasi kecuali pada molekul terakhir. Likopen terdapat dalam tomat dengan jumlah yang berlebihan. Kurrer telah berhasil melakukan elusidasi struktur dari β -karoten dan juga likopen yang berhasil dipisahkan dari tomat. (12,13)

β -karoten mempunyai dua cincin β -ionon, α -karoten mempunyai satu cincin β -ionon, γ -karoten hanya mempunyai satu cincin β -ionon dengan struktur yang terbuka pada ujung yang lain. (4)

Struktur α, β, γ karoten dalam likopen (5).



α -karoten ($C_{40}H_{56}$)



β -karoten ($C_{40}H_{56}$)

dicampur dengan minyak wijen dalam perbandingan (jumlah) yang sama kemudian dipanaskan hingga tinggal minyaknya saja, sangat berkhasiat digunakan untuk memijat sendi-sendi tulang yang keseleo maupun linu. Isi dan daging buah serta biji tomat yang dipanaskan, kemudian diletakkan di atas bisul dapat mempercepat proses pecahnya bisul.

III.2 Karotenoid dan Peranannya

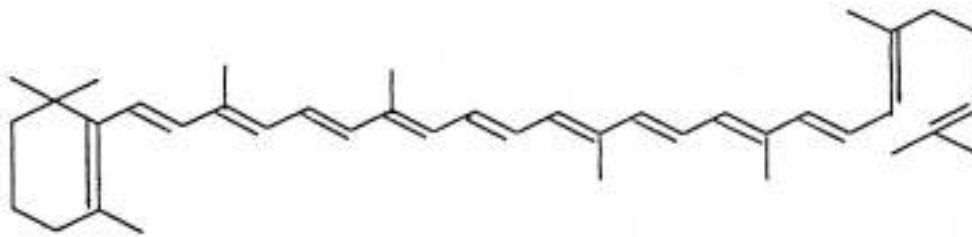
III.2.1 Uraian Umum Karotenoid

Karotenoid merupakan suatu golongan besar dari pigmen yang tersebar luas pada tumbuhan dan hewan. Karotenoid berwarna kuning, orange, ungu, yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik dan lemak, dikenal sebagai pigmen lipokrom. (5)

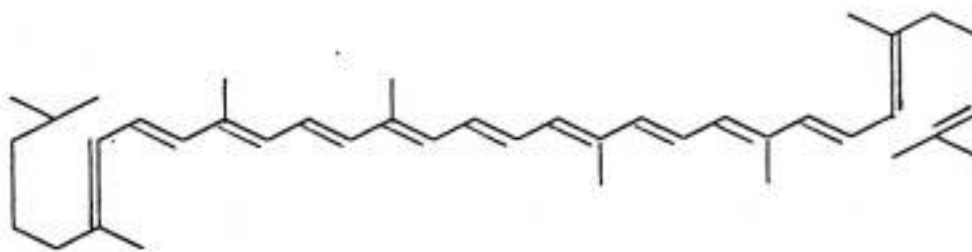
Karotenoid mencakup 2 grup yaitu :

- a. Karoten : hidrokarbon, larut dalam petroleum eter tetapi sedikit larut dalam etanol.
- b. Santofil : derivat oksigenasi dari karoten yang tersusun dari alkohol, aldehid, asam, larut dalam etanol, metanol dan petroleum eter. (10)

Karotenoid dikenal dengan adanya kerangka C₂₀ simetris bilateral, tetapi setengahnya kemungkinan berasal dari struktur formal yang mengandung 4 unit isopren dihubungkan melalui kepala ekor, sehingga menghasilkan gugus metil dengan perbandingan 1:5. Semua karotenoid termasuk golongan poliena dalam kimia organik yakni rantai panjang dari ikatan ganda terkonjugasi. (5)



γ -karoten ($C_{40}H_{56}$)



Likopen ($C_{40}H_{56}$)

Karotenoid lebih stabil terhadap oksidasi dalam bentuk alaminya daripada dalam keadaan murni. Larutan kristal likopen murni atau larutan likopen dalam kloroform akan pudar pada beberapa jam jika terkena udara terbuka. Sementara pigmen dalam bentuk alam, dalam tomat lebih stabil. Faktor utama yang lebih penting dalam oksidasi karotenoid adalah adanya oksigen atau bahan pengoksidasi kuat. Kerusakan lebih cepat terjadi pada temperatur tinggi. Akibat dari temperatur ini sangat kompleks, karena tidak hanya mempercepat oksidasi secara langsung, tetapi juga membuat karotenoid lebih mudah rusak dengan denaturasi protein pelindung. Bagaimanapun, dalam keadaan bebas udara karotenoid dapat menahan suhu yang relatif tinggi. (5)

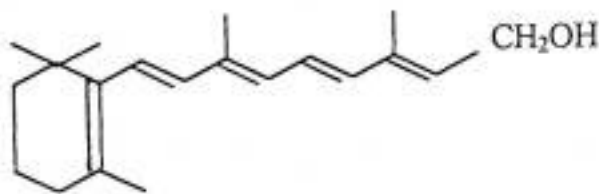
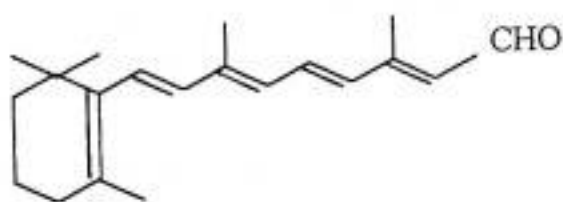
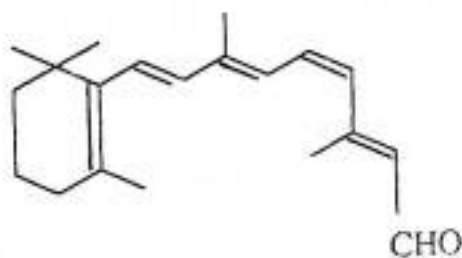
III.2.2 Peranan Karotenoid

Pada tumbuhan, karotenoid mempunyai 2 fungsi yaitu sebagai pigmen pembantu dalam fotosintesis dan sebagai pewarna dalam bunga dan buah. Dalam bunga, karotenoid kebanyakan berupa zat warna kuning, sementara dalam buah dapat juga berupa zat warna jingga atau merah (mawar, tomat, cabe). Karotenoid dalam makanan sangat penting sebagai pewarna. (14)

β -karoten terdiri dari 2 molekul vitamin A, melalui ikatan ekor-ekor. β -karoten diubah menjadi vitamin A, dengan bantuan enzim yang ada dalam intestinal mukosa hewan atau manusia, sehingga nama provitamin A diberikan untuk β -karoten. Perubahan ini meliputi oksidasi oleh enzim β -karoten-15,15'-oksigenase, suatu bentuk peroksid. Pemotongan oleh peroksid menghasilkan dua molekul retinal (bentuk aldehid dari vitamin A). Kebanyakan retinal direduksi menjadi retinol oleh enzim non spesifik dengan bantuan NADH atau NADPH. (4,5)

Vitamin A disebut juga retinol yang terlibat dalam proses penglihatan adalah aldehidnya dengan konfigurasi cis pada ikatan ganda posisi 11. Senyawa ini, (11-Z)-retinal, berikatan dengan suatu imin yang dihubungkan pada suatu protein, opsin, suatu pigmen penglihatan pada retina mata. Molekul kompleks yang dihasilkan disebut rodopsin, mengabsorpsi energi cahaya dalam daerah tampak dari spektrum. Ketika cahaya diabsorpsi, (11-Z) retinal-opsin mengalami isomerisasi menjadi

konfigurasi (11-E) retinal-opsin pada retina. Bentuk ini tidak dapat berikatan lama dengan protein dan diuraikan menjadi (11-E) retinal dan opsin, yang tidak lagi mengabsorpsi cahaya dalam daerah tampak dari spektrum. Perubahan ini diketahui sebagai pemutihan dari pigmen penglihatan (11-E) retinal mengalami perubahan kembali ke dalam bentuk (11-Z) retinal oleh suatu enzim, dan berikatan lagi dengan beberapa opsin dan siklus penglihatan dimulai lagi. Perubahan dalam konfigurasi ikatan ganda dan hasil peruraian pigmen visual dipindahkan oleh retina ke dalam sebuah pesan yang dibawa melalui saraf optik ke otak, menjadi gambaran di sana sebagai penglihatan.

Retinol ($C_{20}H_{30}O$)All-trans-Retinal ($C_{20}H_{28}O$)11-cis-Retinal ($C_{20}H_{28}O$)

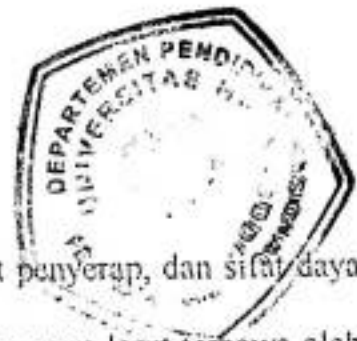
III.3 Ekstraksi

Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam suatu simplisia atau bahan alam. Proses ekstraksi ini didasarkan pada perpindahan massa komponen-komponen kimia yang terdapat dalam simplisia ke dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus lapisan permukaan dinding sel kemudian berdifusi ke dalam sel sampai terjadi perbedaan tekanan antara diluar dan didalam sel yang menyebabkan terjadinya proses penyarian. (15)

Soxhletasi adalah merupakan penyarian simplisia secara berkesinambungan, cairan penyari dipanaskan sehingga menguap, uap cairan penyari terkondensasi oleh pendingin balik dan turun menyari simplisia di dalam klongsong dan selanjutnya masuk kembali ke dalam labu alas bulat. Proses ini berlangsung hingga penyarian zat aktif sempurna, hal ini ditandai dengan beningnya cairan yang melalui pipa siphon dari klongsong atau cairan penyari yang melalui pipa siphon tersebut jika diidentifikasi dengan kromatografi lapis tipis tidak memberi noda lagi. (16)

III.6 Kromatografi Lapis Tipis

Kromatografi lapis tipis adalah salah satu cara analisis yang digunakan untuk memisahkan komponen secara cepat dan sederhana berdasarkan adsorpsi dan partisi. Adsorben yang digunakan berupa silika gel yang dilapiskan serba rata pada lempengan kaca dengan ketebalan 0,1-0,25 mm. Lempengan kaca ini dapat dianggap sebagai kromatografi kolom terbuka dan pemisahan didasarkan pada penyerapan, pembagian, atau keduanya. Perpindahan komponen suatu senyawa



dalam kromatografi ini tergantung dari jenis pelarut, zat penyerap, dan sifat daya penyerap terhadap masing-masing komponen. Komponen yang larut terbawa oleh fase gerak melalui penyerap sebagai fase diam dengan kecepatan yang berbeda-beda. Kecepatan bergerak pada permukaan penyerap dari pelarut inilah yang merupakan dasar untuk mengidentifikasi komponen-komponen yang dipisahkan. Perbandingan kecepatan ini disebut sebagai rate of flow yaitu perbandingan antara jarak yang ditempuh oleh komponen senyawa terelusi dengan jarak yang ditempuh oleh cairan pengelusi yang dapat dituliskan dengan persamaan :

$$Rf = \frac{\text{Jarak yang ditempuh senyawa terelusi}}{\text{Jarak yang ditempuh cairan pengelusi}}$$

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi harga Rf antara lain : ukuran partikel penyerap, derajat keaktifan lapisan penyerap, kemurnian dan konsentrasi pelarut, kejenuhan ruang elusi, ketelitian pengamatan dan terdapatnya pengotoran air pada ekstrak. (17)

III.5 Spektrofotometri Sinar Tampak

Instrumen seperti spektrofotometri UV-VIS digunakan untuk menguji sejumlah cahaya yang diabsorpsi pada setiap panjang gelombang di daerah ultraviolet dan tampak. Dalam instrumen ini, suatu sinar cahaya terpecah, sebagian cahaya diarahkan melalui suatu sel transparan yang mengandung suatu larutan senyawa yang akan dianalisis, dan sebagian diarahkan melewati sel identik yang tidak mengandung senyawa tetapi mengandung pelarut. (18)

Ketika radiasi elektromagnetik dalam daerah UV-VIS melewati suatu senyawa yang mengandung ikatan-ikatan rangkap, sebagian dari radiasi biasanya diabsorpsi oleh senyawa. Hanya beberapa radiasi yang diabsorpsi tergantung pada panjang gelombang dari radiasi dan struktur senyawa. Absorpsi radiasi disebabkan oleh pengurangan energi dari cahaya radiasi ketika elektron dalam orbital dari energi rendah tereksitasi ke orbital energi tinggi. (18)

Poliena dengan 8 atau lebih ikatan rangkap terkonjugasi, mengabsorpsi cahaya dalam spektrum daerah tampak. Contohnya β -karoten, suatu prekursor vitamin A dan yang memberi warna orange pada wortel, mempunyai 11 ikatan ganda terkonjugasi. β -karoten mempunyai absorpsi maksimum pada panjang gelombang 452 nm dalam petroleum eter. Likopen suatu senyawa yang menyebabkan warna merah pada tomat juga mempunyai 11 ikatan rangkap terkonjugasi. Likopen mempunyai absorpsi maksimum 505 nm (kira-kira 0,02 g likopen didapatkan/diisolasi dari 1 Kg buah tomat segar. Bila suatu senyawa menunjukkan 3 puncak yang jelas di daerah 400 – 500 nm dengan sedikit serapan di daerah lain sudah hampir dapat dipastikan senyawa tersebut karotenoid. (18,19)

Komponen-komponen terpenting dari spektrofotometri meliputi :

1. Sumber energi radiasi yang stabil, biasanya adalah lampu filamen tungsten yang dipanaskan oleh sumber arus searah.
2. Monokromator merupakan serangkaian alat optik yang menguraikan radiasi polikromatik menjadi radiasi monokromatik.

3. Kuvet, untuk daerah sinar tampak digunakan kuvet dari gelas atau quartz dengan panjang 1 hingga 10 cm.
4. Detektor, detektor menyerap tenaga foton yang mengenainya dan mengubah tenaga tersebut untuk diukur secara kuantitatif seperti sebagai arus listrik atau perubahan-perubahan panas.
5. Pencatat

BAB IV
PELAKSANAAN PENELITIAN

IV.1 Penyediaan Alat dan Bahan

IV.1.1 Alat-alat yang digunakan

1. Blender (National)
2. Corong pisah 100 ml
3. Gelas kimia 250 ml
4. Gelas ukur 10, 25 ml
5. Labu tentukur 10, 25 ml
6. Neraca analitik (Sartorius)
7. Pipet volume 1, 2, 3, 4, 5, dan 10 ml
8. Seperangkat alat kromatografi lapis tipis
9. Seperangkat alat soxhlet
10. Spektrofotometer Sinar Tampak (Shimadzu)

IV.1.2 Bahan-bahan yang digunakan

1. Air suling
2. Asam sulfat p.a (E. Merck)
3. Aseton p.a (E. Merck)
4. Benzen p.a (E. Merck)
5. β -karoten murni (Kimia Farma)
6. Dinatrium sulfat anhidrat p.a (E. Merck)

7. Kalium hidroksida p.a (E. Merck)
8. Metanol p.a (E. Merck)
9. Petroleum eter p.a (E. Merck)
10. Tomat apel (*L. esculentum* Mill. var. *pyriforme*)
11. Tomat biasa (*L. esculentum* Mill. var. *commune*)
12. Tomat kentang (*L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*)

IV.2 Penyiapan Sampel

Sampel berupa buah tomat masak dari varietas tomat apel, tomat biasa dan tomat kentang diambil secara acak dari salah satu pasar yang ada di Makassar, dibersihkan dari benda-benda asing kemudian dicuci sampai bersih.

IV.3 Pembuatan Larutan Pereaksi

IV.3.1 Larutan KOH 15 % dalam metanol

Ditimbang 7,5 g kalium hidroksida dan dilarutkan dalam 30 ml metanol, dikocok hingga kalium hidroksida larut lalu dicukupkan volumenya sampai 50 ml dengan metanol.

IV.3.2 Larutan Fase Gerak

Dibuat cairan pengelusi petroleum eter : benzen (9:1) sebanyak 30 ml dengan cara mencampur 27 ml petroleum eter dengan 3 ml benzen dalam botol eluen kemudian dikocok hingga homogen.

IV.4 Ekstraksi Sampel

1. Sampel dibersihkan dan masing-masing jenis dilumatkan dengan blender menjadi jus.
2. Ditimbang teliti masing-masing jenis sebanyak 10 g dan diekstraksi dengan 50 ml aseton menggunakan Soxhlet.
3. Ekstrak aseton kemudian diekstraksi dengan 75 ml petroleum eter sebanyak 3 kali.
4. Hasil ekstraksi kemudian dikisatkan sampai ± 2 ml.
5. Lemak yang ada dalam ekstrak tersebut dipisahkan secara saponifikasi dengan 5 ml larutan KOH 15% dalam metanol, dikocok dan didiamkan semalam.
6. Hasil saponifikasi tersebut diekstraksi kembali dengan 5 ml Petroleum eter, dicuci dengan air suling sampai bebas basa.
7. Larutan disaring ke dalam labu tentukur 10 ml melalui dinatrium sulfat anhidrat dan dicukupkan volumenya hingga 10 ml dengan Petroleum eter.
8. Larutan diencerkan ; dipipet 1 ml ke dalam labu tentukur 10 ml dan dicukupkan volumenya hingga 10 ml dengan Petroleum eter untuk selanjutnya dianalisis.

IV.5 Analisis Kualitatif

IV.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Sampel

Larutan yang telah diencerkan diukur serapannya pada panjang gelombang 400-500 nm.

IV.5.2 Kromatografi Lapis Tipis

Sampel dan pembanding dalam pelarut petroleum eter ditotolkan bersama-sama pada lempeng kromatografi lapis tipis lalu dielusi dengan cairan pengelusi petroleum eter : benzen (9:1). Noda diamati dengan penampak noda sinar ultraviolet 254 nm dan asam sulfat 10%.

IV.6 Analisis Kuantitatif

IV.6.1 Pembuatan Larutan Baku

1. Ditimbang dengan teliti 25 mg β -karoten murni dilarutkan dengan 30 ml petroleum eter dalam labu tentukur 50 ml lalu dicukupkan volumenya. Larutan ini konsentrasinya 500 bpj.
2. Dari larutan 500 bpj dibuat pengenceran hingga diperoleh konsentrasi 1, 5, 10, 15, dan 20 bpj.

IV.6.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum β -karoten Murni

Larutan konsentrasi 10 bpj diukur serapannya pada panjang gelombang 400-500 nm.

IV.6.3 Pembuatan Kurva Baku

1. Disiapkan larutan baku dengan konsentrasi 1, 5, 10, 15, dan 20 bpj.
2. Masing-masing larutan baku tersebut diukur serapannya pada panjang gelombang 448 nm.

IV.6.4 Penetapan Total Karoten sampel

Sampel yang telah diencerkan diukur serapannya menggunakan spektrofotometri UV-Visible pada panjang gelombang 448 nm.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

V.1 Hasil Penelitian

V.1.1 Analisis Kualitatif

Hasil kromatografi lapis tipis menggunakan cairan pengelusi Petroleum eter : Benzen (9:1) dengan penampak noda sinar UV 254 nm menampakkan 1 noda yang berwarna biru hijau pada sampel sedang pada pembanding tidak muncul noda. Dengan penampak noda H_2SO_4 10% diperoleh 2 noda pada setiap sampel yang berwarna kuning dan orange. Warna noda dapat dilihat pada gambar 1 dan Rf dapat dilihat pada tabel I. Pada penentuan panjang gelombang maksimum sampel diperoleh 465 nm untuk tomat apel dan 445 nm untuk tomat biasa dan tomat kentang.

V.1.2 Analisis Kuantitatif

Pada penentuan panjang gelombang maksimum larutan β -karoten murni diperoleh serapan terbesar pada panjang gelombang 448 nm (Gambar 2). Pengukuran serapan larutan baku dilakukan pada konsentrasi 1, 5, 10, 15, dan 20 bpj (Tabel II). Hasil pengukuran rata-rata kadar total karoten tiap gram sampel sebagai berikut :

Tomat apel = 45,00 $\mu\text{g/g}$, Tomat biasa = 40,67 $\mu\text{g/g}$

Tomat kentang = 30,33 $\mu\text{g/g}$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel III.

V.2 Pembahasan

Analisis kandungan total karoten dalam tiga varietas tomat yaitu tomat apel (*L. esculentum* Mill. var. *pyriforme*), tomat biasa (*L. esculentum* Mill. var. *commune*) dan tomat kentang (*L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*) yang diambil secara acak dari salah satu pasar yang ada di Makassar dilakukan dengan metode analisis kualitatif secara kromatografi lapis tipis (KLT) dan analisis kuantitatif secara spektrofotometri sinar tampak.

Dari hasil analisis kualitatif secara kromatografi lapis tipis menggunakan cairan pengelusi Petroleum eter : Benzen (9:1) dengan penampak noda sinar UV 254 nm diperoleh satu noda yang berwarna biru hijau pada sampel. Diduga senyawa ini adalah prazat karotenoid yang tidak berwarna seperti fitofluena, karena senyawa ini mempunyai gugus kromofor yang lebih sedikit sehingga hanya mengabsorpsi cahaya dalam daerah ultraviolet, dengan demikian senyawa tersebut dideteksi berdasarkan fluoresensinya dibawah sinar UV (21). Dengan penampak noda asam sulfat 10% pada sampel diperoleh 2 noda dengan warna kuning dan orange. Noda pertama mempunyai Rf (0,64) dan warna yang sama dengan pembanding. Hal ini menunjukkan bahwa sampel mengandung senyawa β -karoten. Sedangkan noda kedua yang berwarna orange kemungkinan adalah senyawa likopen. Hal ini didukung oleh beberapa literatur yang menyatakan bahwa buah tomat mengandung likopen dalam jumlah yang banyak (18).

Pada analisis kuantitatif yang ditentukan adalah total karoten karena hasil ekstraksi sampel di dalam Petroleum eter tidak hanya mengandung β -karoten tetapi

juga senyawa karoten lain. Hal ini dapat diketahui dari hasil analisis kualitatif yaitu pada penampak noda UV 254 nm diperoleh senyawa yang bukan β -karoten, sedang pada penampak noda H_2SO_4 10% diperoleh 2 noda, noda kedua dengan Rf 0,40 juga bukan senyawa β -karoten. β -karoten dan senyawa-senyawa karoten lain mempunyai 11 ikatan rangkap terkonjugasi sehingga serapannya dapat diukur secara spektrofotometri UV-VIS, karena seperti diketahui poliena dengan 8 atau lebih ikatan rangkap terkonjugasi akan mengabsorpsi cahaya dalam spektrum daerah tampak. Senyawa-senyawa karoten lain akan tetap terukur serapannya pada panjang gelombang maksimum β -karoten karena spektrofotometri sinar tampak hanya menggambarkan gugus-gugus atom dan bukan menggambarkan molekul secara keseluruhan. Jadi total karoten dapat ditentukan secara spektrofotometri dengan pengukuran hanya pada satu panjang gelombang yaitu 448 nm yang merupakan panjang gelombang maksimum β -karoten dalam Petroleum eter (21).

Pada penentuan panjang gelombang maksimum sampel diperoleh hasil yang berbeda dengan panjang gelombang maksimum β -karoten murni. Hal ini menunjukkan sampel tidak hanya mengandung senyawa β -karoten tetapi juga mengandung senyawa karoten yang lain.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penentuan kadar total karoten dalam tiga varietas tomat (*L. esculentum* Mill.) secara spektrofotometri sinar tampak dapat disimpulkan bahwa buah tomat apel (*L. esculentum* Mill. var. *pyriforme*) mengandung total karoten rata-rata 45,00 $\mu\text{g/g}$, tomat kentang (*L. esculentum* Mill. var. *grandifolium*) rata-rata 30,33 $\mu\text{g/g}$, dan tomat biasa (*L. esculentum* Mill. var. *commune*) rata-rata 40,67 $\mu\text{g/g}$. Dari hasil perhitungan analisis statistik dengan metode Rancangan Acak lengkap (RAL) yang dilanjutkan ke Uji BNT diperoleh kadar total karoten antara tomat apel dan tomat kentang berbeda nyata sedang antara tomat apel dan tomat biasa serta tomat biasa dan tomat kentang tidak berbeda nyata.

VI.2 Saran

Disarankan untuk meneliti kadar gizi dari beberapa jenis tomat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tim penulis PS., (1996), "Sayur Komersil", Penerbit PT. Penebar Swadaya, Jakarta, 112.
2. Rukmana, R., (1994), "Tanaman Obat dan Cherry", Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 17-18.
3. Imam Khasani, S., Heliawati, L., (1996), "Penentuan dan Studi Degradasi β -karoten dalam Tomat Secara Spektrofotometri", Buletin implementasi dan Pemanfaatan Teknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, 2-5.
4. Lee, F.A., (1983) "Basic Food Chemistry", Edition II, The Avi Publishing Company, Inc. New York, 212-213.
5. Braveman's., (1986), "The Biochemistry of Foods", Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 185-197.
6. Suharko, Klara, Suharto., (1992), "Prinsip-Prinsip Ilmu Gizi", Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 65.
7. Stare and Mc. Williams., (1977), "Living nutrition", Edition II, Jhon Wiley and Sons, Inc. New York, 241-242.
8. Heyne, K., (1987), "Tumbuhan Berguna Indonesia", Volume III, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta, 1712.
9. Wijayakusuma, H., (1994), "Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia", Cetakan I, Penerbit Pustaka Kartini, Jakarta, 137.

10. Stevenson, M., (1962), "Introduction to Food and Nutrition", Jhon Wiley and Sons, Inc. New York, 464-466.
11. Ikan, R., (1982), "Chromatography in Organic Microanalysis", Academic Press, New York, 82.
12. Eye, S.N., (1984), "Organic Chemistry", D.C Health and Company Lexington, Toronto, 546-547.
13. Manitto, P., (1992), "Biosintesis Produk Alami", Cetakan I, Terjemahan Dra. Koen Soemardiyni, IKIP Semarang Press, 309.
14. Harborne, J.B., (1987), "Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan", Edisi II, Terjemahan Kosasih Padmawinata, Penerbit ITB, Bandung, 157.
15. Anonim., (1996), "Sediaan Galenik", DepKes RI, Jakarta, 4, 10.
16. Darise, M., dkk, (1996), "Komponen Kimia dalam Praktek Phytochemistry", Laboratorium Fitokimia, Jurusan Farmasi, Makassar, 7.
17. Sastroamidjojo, H., (1985), "Kromatografi", Penerbit Liberty, Yogyakarta, 34-35.
18. Salomons, G., (1980), "Organic Chemistry", Edition II, John Wiley and Sons, Inc, New York, 413.
19. Sebrell, W.H., Harris, R.S., (1971), "The Vitamins", Edisi II, Volume I, Academic Press, New York, 67.
20. Sastroamidjojo, H., (1991), "Spektroskopi", Liberty, Yogyakarta, 39-42.
21. Andarwulan, N., Koswara, S., (1992), "Kimia Vitamin", Edisi I, Penerbit CV. Rajawali, Jakarta, 183.

22. Syamsuhidayat, S.S., Hutapea, J.R., (1991), "Inventaris Tanaman Obat Indonesia", Edisi I, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, 529.
23. Pantastico, E.B., (1984), "Fisiologi Pasca Panen", Edisi I, Terjemahan Kamariyani, UGM-Press, Yogyakarta, 9.

