



UNIVERSITAS INDONESIA
ANALISIS KANDUNGAN FENOL TOTAL JAHE
(Zingiber officinale Roscoe) SECARA IN VITRO

SKRIPSI

RATNA WIDIYANTI KUSUMANINGATI
0105001367

FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
JAKARTA
JUNI, 2009



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS KANDUNGAN FENOL TOTAL JAHE
(*Zingiber officinale Roscoe*) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia**

RATNA WIDIYANTI KUSUMANINGATI

0105001367

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS INDONESIA

JAKARTA, 2009

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ratna Widiyanti K

NPM : 0105001367

Tanda tangan :

Tanggal : 25 Juni 2009

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ratna Widiyanti Kusumaningati
NPM : 0105001367
Program Studi : Pendidikan Dokter
Judul skripsi : Analisis Kadar Fenol Total Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi sarjana kedokteran Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. rer. physiol. dr. Septelia Inawati Wanandi
NIP: 131803516 (.....)

Penguji : Dra. Ari Estuningtyas, M. Biomed
NIP: 132092427 (.....)

Jakarta, 25 Juni 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya sehingga penelitian ini dapat penulis laksanakan dan selesaikan dengan baik tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Rer. Physiol. dr. Septelia Inawati Wanandi selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran di dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen dan staf pengajar yang turut serta membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis selama kuliah di Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
3. Seluruh karyawan departemen Biokimia dan Biologi Molekuler yang bersedia meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian ini
4. Orangtua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material maupun moriil
5. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan-kebaikan saudara-saudara semua. Dan semoga skripsi ini membaw manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Juni 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ratna Widiyanti Kusumaningati

NPM : 0105001367

Program Studi : Pendidikan Dokter

Departemen : -

Fakultas : Kedokteran

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Kandungan Fenol Total Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) secara
In Vitro

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 25 Juni 2009

Yang menyatakan

(Ratna Widiyanti K)

Nama : Ratna Widiyanti Kusumaningati
Program Studi : Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran
Universitas Indonesia
Judul : Analisis Kandungan Fenol Total Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*)

ABSTRAK

Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*), merupakan salah satu bahan alam yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka banyak penelitian yang telah membuktikan kemampuan jahe sebagai antioksidan alami. Aktivitas antioksidan suatu bahan alam tidak terlepas dari kadar komponen fenolik total yang terkandung di dalamnya. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kadar fenol total ekstrak jahe dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Tahap pertama homogenat jahe diekstrak dua kali dengan menggunakan pelarut metanol 70%. Kemudian residu dilarutkan dengan metanol 50%, Tahap kedua dibuat serangkaian larutan standar asam galat dengan kadar ; 0.25; 0.5; 1.0; 2.5; 5.0; 7.5. µg/mL Dengan metode Folin-Ciocalteu kedua larutan tersebut diukur serapannya pada panjang gelombang 765 nm dengan menggunakan alat spektrofotometer. Dari hasil analisis didapatkan kadar fenol total jahe adalah 92,98 mg Equivalen Asam Galat per 100 g berat jahe segar. Dari hasil perbandingan dengan penelitian lain yang menganalisis kadar fenol total tomat dan mengkudu, dapat disimpulkan bahwa jahe memiliki kadar fenol tertinggi.

Kata Kunci: Jahe, antioksidan, kadar fenol total, Folin-Ciocalteu.

Name : Ratna Widiyanti Kusumaningati
Study Program : Medical Doctor
Faculty of Medicine
University of Indonesia
Judul : Total Phenol Content Analysis of Ginger (*Zingiber officinale Roscoe*)

ABSTRACT

Ginger (*Zingiber officinale Roscoe*), one of the important natural sources in the life of Indonesian community. Along with science and technology advancement, there are many recent studies have shown ginger properties as a natural antioxidant. Antioxidant activity of natural source related to its total phenolic content. In this study, total phenolic content was determined using Folin-Ciocalteu method. First ginger homogenate was extracted 2 times using methanol 70% as a solvent. The residue was dissolved in methanol 50%. The second stage, we made a series of gallic acid solution as a standard of measurement, with the level of; 0.25; 0.5; 1.0; 2.5; 5.0; 7.5. $\mu\text{g/mL}$ Furthermore the two solutions were analyzed by spectrometry and absorbance measured at 765 nm. The results of the analysis was obtained the level of total phenol ginger is 92,98 mg Gallic Acid Equivalent per 100g fresh weight. Compare to the results of another total phenol research, tomato and noni, ginger has a highest result.

Key words: ginger, antioxidant, total phenol, Folin-Ciocalteu.

DAFTAR ISI

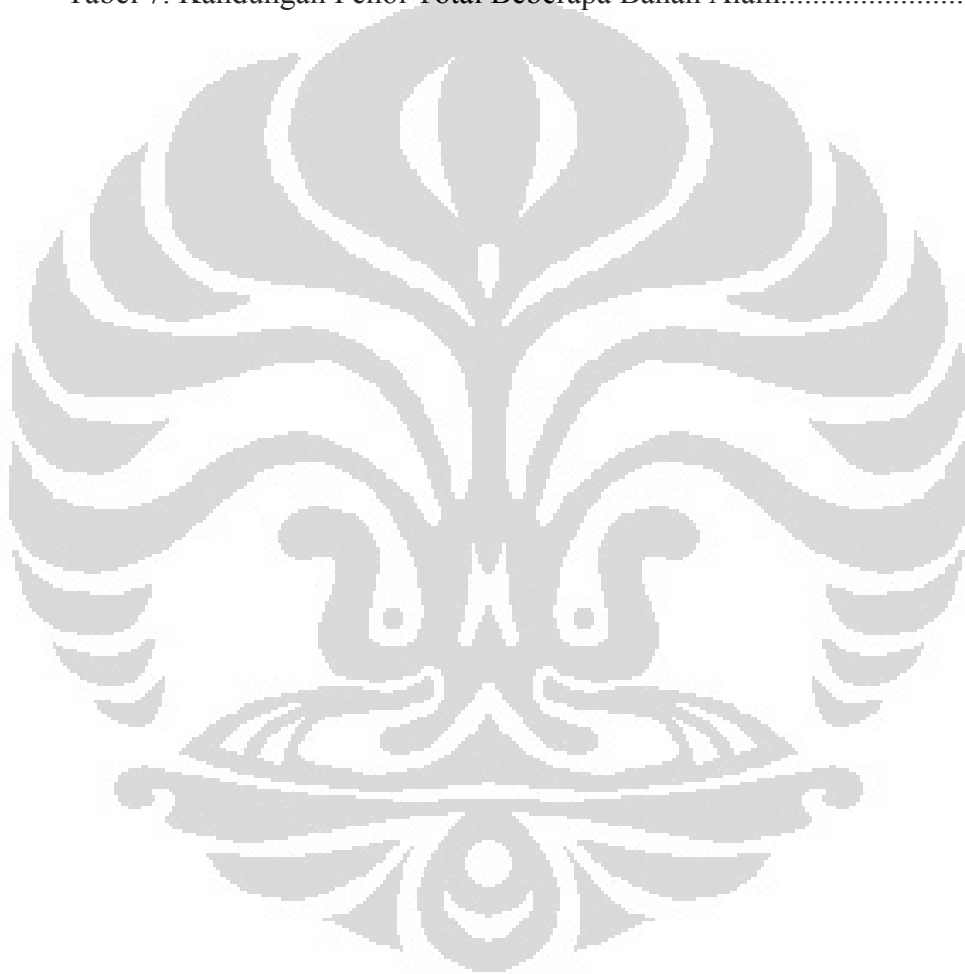
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jahe.....	4
2.1.1 Sejarah.....	4
2.1.2 Deskripsi Tanaman.....	5
2.1.3 Kandungan Kimia.....	6
2.2 Antioksidan.....	9
2.2.1 Definisi dan Peranan Antioksidan.....	9
2.2.2 Antioksidan Alami.....	10
2.2.3 Antioksidan pada Jahe.....	12
2.2.4 Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenol.....	13
2.3 Senyawa Fenol.....	14
2.3.1 Struktur Kimia.....	14
2.3.2 Senyawa Fenol dalam Jahe.....	15
2.3.2.1 Gingerol.....	16
2.3.2.2 Shogaol.....	17
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Rancangan Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.3 Sampel.....	19
3.4 Parameter yang Diuji.....	19
3.5 Bahan dan Alat.....	20
3.6 Prosedur Kerja.....	20
3.6.1 Ekstraksi Jahe.....	20
3.6.2 Penetapan Kandungan Fenol Total (Metode Folin-Ciaocalteu).....	21

3.6.2.1 Prinsip Kerja	21
3.6.2.2 Cara Kerja.....	22
3.6.2.3 Pembuatan Standar Asam Galat.....	22
4. PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Kerja Ekstraksi Jahe.....	23
4.2 Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Asam Galat	26
4.3 Hasil Analisis Kadar Fenol Total Jahe.....	28
4.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Pengukuran.....	30
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34



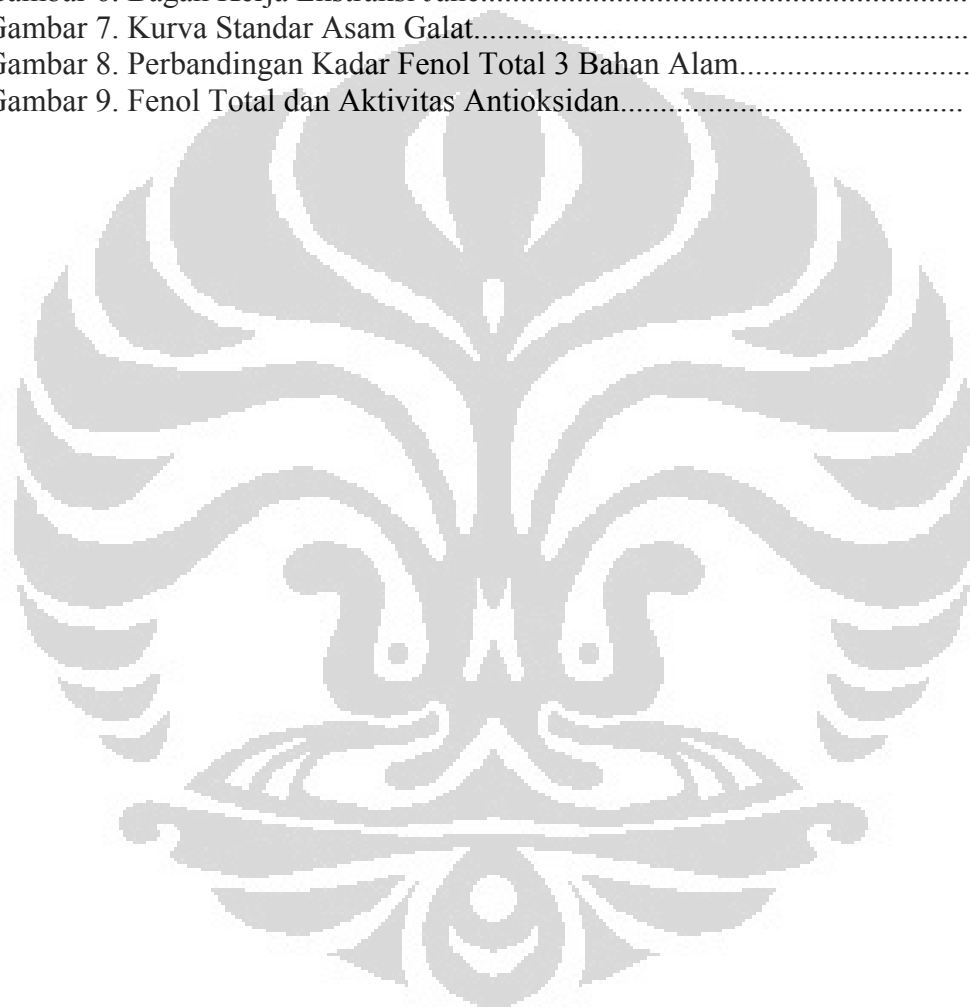
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen Volatil dan Nonvolatil Rimpang Jahe.....	7
Tabel 2. Persentase Kandungan Jahe per Berat Segar.....	8
Tabel 3. Kandungan Vitamin Jahe per Berat Kering.....	9
Tabel 4. Kandungan Mineral Jahe per Berat Kering.....	9
Tabel 5. Senyawa Fenol dalam Jahe.....	15
Tabel 6. Kandungan Fenol Total Jahe.....	27
Tabel 7. Kandungan Fenol Total Beberapa Bahan Alam.....	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rimpang Jahe.....	6
Gambar 2. Beberapa Reaksi Radikal Bebas pada Fenol.....	14
Gambar 3. Struktur Kimia Fenol.....	14
Gambar 4. Struktur Kimia Gingerol dan Shogaol.....	16
Gambar 5. Degradasi Termal Gingerol.....	17
Gambar 6. Bagan Kerja Ekstraksi Jahe.....	21
Gambar 7. Kurva Standar Asam Galat.....	26
Gambar 8. Perbandingan Kadar Fenol Total 3 Bahan Alam.....	28
Gambar 9. Fenol Total dan Aktivitas Antioksidan.....	29



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*), merupakan satu dari sejumlah tanaman dari suku Zingiberaceae, menempati posisi yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia karena peranannya dalam berbagai aspek. Masyarakat Indonesia yang terdiri atas banyak suku, umumnya telah mengenal dan memanfaatkan jahe dalam kehidupan sehari-hari untuk berbagai kepentingan.

Tanaman jahe mudah tumbuh dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Rimpang jahe dapat digunakan sebagai bumbu masakan, bahan baku minuman, dan obat-obatan. Dalam bidang obat-obatan tradisional, jahe biasa digunakan untuk mengobati berbagai macam gejala maupun penyakit seperti mual, flu, mengobati luka, bronchitis, asma, *motion sickness*, penyakit jantung, dan gangguan pencernaan.^{1,2} Selain cirinya yang pedas dan menghangatkan, perannya dalam bidang obat-obatan juga berhubungan dengan kemampuannya sebagai antioksidan. Komponen yang paling utama pada jahe ialah gingerol yang termasuk senyawa fenol dan bersifat antioksidan.³

Proses penuaan dan penyakit degeneratif seperti kanker kardiovaskuler, penyumbatan pembuluh darah yang meliputi hiperlipidemik, aterosklerosis, stroke, tekanan darah tinggi serta terganggunya sistem imun tubuh dapat disebabkan oleh stress oksidatif.⁴ Stress oksidatif adalah keadaan tidak seimbangnya jumlah oksidan dan prooksidan dalam tubuh. Pada kondisi ini, aktivitas molekul radikal bebas atau *reactive oxygen species* (ROS) dapat menimbulkan kerusakan seluler dan genetika. Kekurangan zat gizi dan adanya senyawa xenobiotik dari makanan atau lingkungan yang terpolusi akan memperparah keadaan tersebut.⁴

Disinilah pentingnya peranan antioksidan yang merupakan senyawa berberat molekul kecil yang dapat bereaksi dengan oksidan sehingga reaksi oksidasi yang merusak biomolekul dapat dihambat.⁵

Senyawa antioksidan alami tumbuhan umumnya adalah senyawa fenolik atau polifenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional. Golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan meliputi flavon, flavonol, isoflavon, kateksin, flavonol dan kalkon. Sementara turunan asam sinamat meliputi asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan lain-lain.⁴

Antioksidan fenolik pada jahe dapat bereaksi sebagai *scavenger* radikal peroksil (ROO^\cdot) dan merupakan *scavenger* yang kuat terhadap radikal hidroksil (OH^\cdot).⁵ OH^\cdot yang bereaksi dengan antioksidan pada jahe diregenerasi menjadi H_2O dan ROO^\cdot yang tertangkap antioksidan jahe akan diregenerasi menjadi ROOH . Antioksidan fenolik pada jahe dapat digunakan untuk mencegah atau menghambat autooksidasi lemak dan minyak. Antioksidan ini dapat menangkap radikal bebas yang dihasilkan selama tahap propagasi dari lemak atau minyak dengan cara mendonasikan radikal hidrogen sehingga radikal lemak tidak aktif melaksanakan tahap propagasi yang akan merusak lemak. Kemampuan antioksidan untuk mendonasikan hidrogen mempengaruhi aktivitasnya.^{6,7}

Disinilah peran kadar senyawa fenol total yang dapat mempengaruhi hasil aktivitas antioksidan suatu bahan alam. Dengan melihat kadar fenol total yang terkandung dalam ekstrak jahe, maka dapat diperkirakan besar aktivitasnya. Semakin besar kadar fenol total mengakibatkan aktivitas antioksidan yang lebih besar pula.⁷

Dalam penelitian ini kandungan fenol total diukur dengan metode kolorimetrik dengan larutan Folin-Ciocalteu dan dibandingkan dengan asam galat sebagai standar pengukuran.⁸

I.2 Pertanyaan Penelitian

Bagaimanakah aktivitas kandungan fenol total dari ekstrak jahe?

I.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui gambaran fenol total dari ekstrak jahe.

1.3.2 Tujuan Khusus

Menentukan kandungan fenol total ekstrak jahe

I.4 Manfaat Penelitian

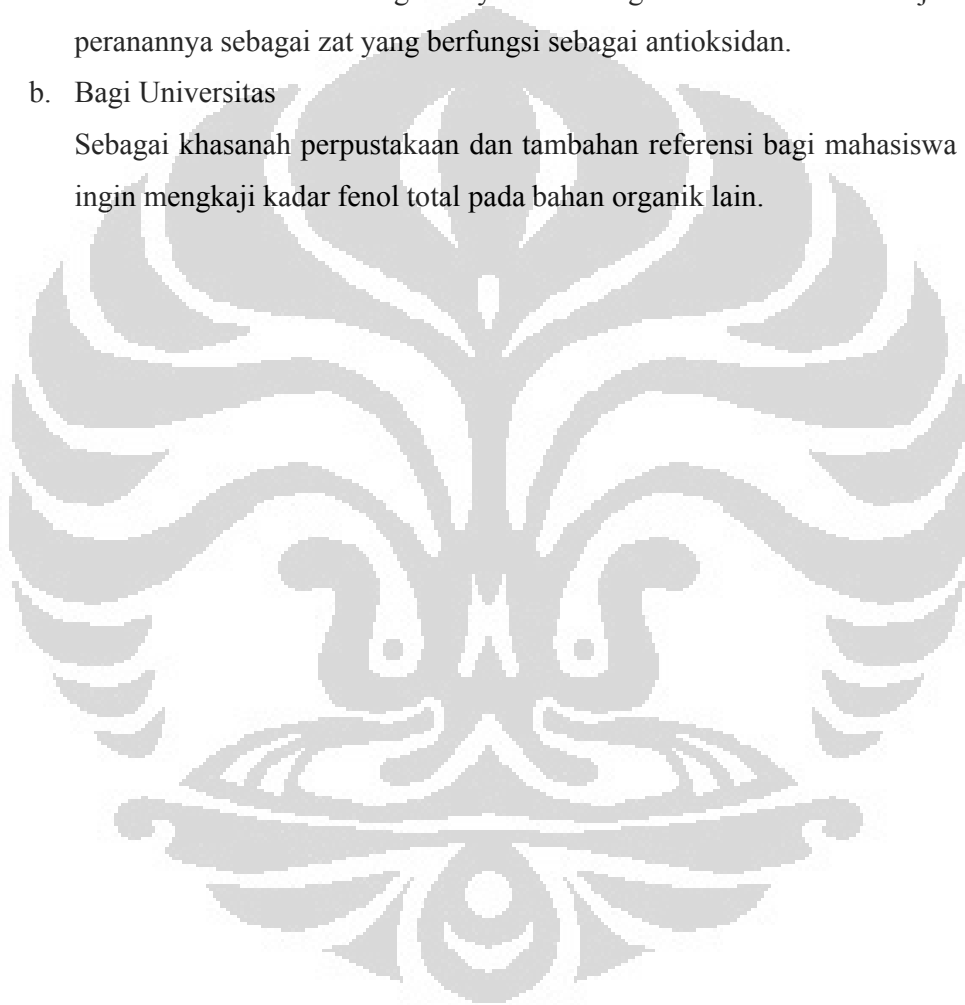
Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi bagi masyarakat mengenai kadar fenol total jahe dan peranannya sebagai zat yang berfungsi sebagai antioksidan.

b. Bagi Universitas

Sebagai khasanah perpustakaan dan tambahan referensi bagi mahasiswa yang ingin mengkaji kadar fenol total pada bahan organik lain.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jahe

Seperti yang telah diketahui, jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) merupakan rempah-rempah Indonesia yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama pada bidang kesehatan. Jahe merupakan tanaman obat berupa tumbuhan rumpun berbatang semu. Jahe berasal dari Asia Pasifik yang tersebar dari India sampai Cina. Jahe termasuk dalam suku temu-temuan (*Zingiberaceae*), satu keluarga dengan temu-temuan lainnya seperti temu lawak (*Curcuma xanthorrhiza*), temu hitam (*Curcuma aeruginosa*), kunyit (*Curcuma domestica*), kencur (*Kaempferia galanga*), serta lengkuas (*Languas galanga*).⁹

2.1.1 Sejarah

Jahe digunakan di seluruh dunia sebagai bahan masakan pedas, rempah-rempah, dan obat herbal. Cina telah menggunakan jahe selama 2500 tahun sebagai obat pencernaan, anti mual, serta untuk mengobati penyakit perdarahan, dan rheumatik; jahe juga digunakan untuk mengatasi kebotakan, sakit gigi, gigitan ular, dan gangguan pernafasan.^{9,10}

Pada metode pengobatan tradisional Cina, jahe dikenal sebagai bahan yang pedas, kering, menghangatkan, herbal jenis Yang (Yin dan Yang), yang sering digunakan untuk mengatasi penyakit-penyakit yang diakibatkan cuaca yang dingin dan lembab.¹⁰

Jahe juga digunakan secara luas pada Ayurveda, metode pengobatan tradisional India, untuk menghalangi terbentuknya bekuan darah (misalnya pada penyakit jantung), menurunkan kadar kolesterol dalam darah, dan mengatasi arthritis.¹¹ Di Malaysia dan Indonesia, sup jahe biasa diberikan 30 hari setelah wanita melahirkan, untuk membantu menghangatkan dan mengeluarkan darah sisa melahirkan.¹²

Pada pengobatan Arab, jahe dikenal sebagai bahan yang merangsang syahwat.¹³ Masyarakat Afrika juga mempercayai bahwa dengan memakan jahe secara teratur juga dapat menolak gigitan nyamuk.

Jahe kemudian menyebar ke barat, yakni ke Eropa pada masa Yunani dan Romawi. Orang Yunani membungkus jahe dengan roti dan memakannya setelah sarapan sebagai obat pencernaan. Jahe juga sangat berharga di Spanyol, sehingga mereka memulai penanaman jahe di Jamaica pada tahun 1600. Para dokter pada abad ke-19 percaya bahwa jahe dapat merangsang pengeluaran keringat, memperbaiki nafsu makan dan mual, serta sebagai obat nyeri topikal.⁹

Saat ini, jahe secara luas digunakan sebagai obat mual, antispasmodik, serta membantu menghangatkan tubuh.^{12,13} Jahe juga secara luas dikonsumsi sebagai bumbu masakan; diperkirakan bahwa di India menggunakan akar jahe sebagai konsumsi sehari-hari sekitar 8-10 g. Peneliti Jerman (German Commission E) juga telah membuktikan kegunaan akar jahe sebagai obat dispepsia dan sebagai profilaksis untuk mencegah gejala *motion sickness*.⁹

2.1.2 Deskripsi Tanaman

Tanaman jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) termasuk keluarga Zingiberaceae yaitu suatu tanaman rumput-rumputan tegak dengan ketinggian 30-100 cm, namun kadang-kadang tingginya dapat mencapai 120 cm.¹⁴ daunnya sempit, berwarna hijau bunganya kuning kehijauan dengan bibir bunga ungu gelap berbintik-bintik putih kekuningan dan kepala sarinya berwarna ungu. Akarnya yang bercabang-cabang dan berbau harum, berwarna kuning atau jingga dan berserat.¹

Tanaman jahe secara botani dapat diklasifikasikan sebagai berikut:¹⁶

Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Angiospermae
 Subkelas : Monocotyledonae
 Ordo : Musales
 Famili : Zingiberaceae
 Genus : *Zingiber*
 Spesies : *officinale*



Gambar 1. Rimpang Jahe

Jahe tumbuh pada daerah yang beriklim tropis, tumbuh luas di Asia, Afrika, India, Jamaika, Meksiko, dan Hawaii.¹⁷

Jahe dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan ukuran, bentuk dan warna rimpangnya. Umumnya dikenal 3 varietas jahe, yaitu :¹⁸

- 1) Jahe putih/kuning besar atau disebut juga jahe gajah atau jahe badak Rimpangnya lebih besar dan gemuk, ruas rimpangnya lebih menggelembung dari kedua varietas lainnya. Jenis jahe ini biasa dikonsumsi baik saat berumur muda maupun berumur tua, baik sebagai jahe segar maupun jahe olahan.
- 2) Jahe putih/kuning kecil atau disebut juga jahe sunti atau jahe emprit. Ruasnya kecil, agak rata sampai agak sedikit menggelembung. Jahe ini selalu dipanen setelah berumur tua. Kandungan minyak atsirinya lebih besar daripada jahe gajah, sehingga rasanya lebih pedas, disamping seratnya tinggi. Jahe ini cocok untuk ramuan obat-obatan, atau untuk diekstrak oleoresin dan minyak atsirinya.
- 3) Jahe merah, rimpangnya berwarna merah dan lebih kecil dari pada jahe putih kecil. sama seperti jahe kecil, jahe merah selalu dipanen setelah tua, dan juga memiliki kandungan minyak atsiri yang sama dengan jahe kecil, sehingga cocok untuk ramuan obat-obatan.

2.1.3 Kandungan Kimia

Kandungan rimpang jahe terdiri dari 2 komponen, yakni:¹⁹

- Komponen volatil, sebagian besar terdiri dari derivat seskuiterpen (>50%) dan monoterpen. Komponen inilah yang bertanggungjawab dalam aroma jahe, dengan konsentrasi yang cenderung konstan yakni 1-3%. Derivat seskuiterpen yang terkandung diantaranya zingiberene (20-30%), ar-curcumene (6-19%), β -

sesquiphelandrene (7-12%) dan β -bisabolene (5-12%). Sedangkan derivat monoterpen yang terkandung diantaranya α -pinene, bornyl asetat, borneol, camphene, ρ -cymene, cineol, citral, cumene, β -elemene, farnesene, β -phelandrene, geraniol, limonene, linalol, myrcene, β -pinene dan sabinene.

- Komponen nonvolatil terdiri dari oleoresin (4,0-7,5%). Ketika rimpang jahe diekstraksi dengan pelarut, maka akan didapatkan elemen pedas, elemen non-pedas, serta minyak esensial lainnya. Elemen-elemen tersebut bertanggungjawab dalam memberi rasa pedas jahe. Telah diidentifikasi salah satu dari elemen ini yang disebut dengan gingerol, dengan rumus kimia 1-[4-hidroksi-3-methoksifenil]-5-hidroksi-alkan-3-ol. Senyawa ini memiliki rantai samping yang bervariasi. Dan senyawa gingerol yang telah diidentifikasi diberi nama sesuai dengan rantai sampingnya yakni (3)-, (4)-, (5)-, (6)-, (8)-, (10) dan (12)-Gingerol. Senyawa lain yang lebih pedas namun memiliki konsentrasi yang lebih kecil ialah shogaol (fenilalkanone). Gingerol dan Shogaol telah diidentifikasi sebagai komponen antioksidan fenolik jahe. Elemen lainnya yang juga ditemukan ialah gingediol, gingediasetat, gingerdion, dan gingerenon.

Tabel 1. Komponen Volatil dan Nonvolatil Rimpang Jahe

Fraksi	Komponen
Nonvolatil	Gingerol, shogaol, gingediol, gingediasetat, Gingerdion, Gingerenon.
Volatil	(-)-zingiberene, (+)-ar-curcumene, (-)- β -sesquiphelandrene, β -bisabolene, α -pinene, bornyl acetate, borneol, camphene, ρ -cymene, cineol, citral, cumene, β -elemene, farnesene, β phelandrene, geraniol, limonene, linalol, myrcene, β pinene, sabinene.

Sumber: WHO Monographs on selected medicinal plants Vol 1,1999

Berikut ini laporan dari beberapa penelitian mengenai komposisi lainnya dalam rimpang jahe.

Tabel 2. Persentase Kandungan Jahe per Berat Segar

Komponen	Persentase dalam berat segar
Minyak esensial	0.8 %
Campuran lain	10-16 %
Abu	6.5 %
Protein	12.3 %
Zat pati	45.25 %
Lemak	4.5 %
Fosfolipid	Sedikit
Sterol	0.53 %
Serat	10.3 %
Oleoresin	7.3 %
Vitamin	(Tabel 3)
Glukosa tereduksi	Sedikit
Air	10.5 %
Mineral	(Tabel 4)

Sumber: Ravindran et al, 2005

Tabel 3. Kandungan Vitamin Jahe per Berat Kering

Vitamin	Presentase dalam berat kering
Tiamin	0.035 %
Riboflavin	0.015 %
Niasin	0.045 %
Piridoksin	0.056 %
Vitamin C	44.0 %
Vitamin A	Sedikit
Vitamin B	Sedikit
Total	44.15% %

Sumber: Ravindran et al, 2005

Tabel 4. Kandungan Mineral Jahe per Berat Kering

Elemen	Jumlah, $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		
	Berat kering	Berat kering	
Cr	0.89	Hg	$6.0 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$
Ma	358	Sb	39
Fe	145	Cl	579
Co	$18 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$	Br	2.1
Zn	28.2	F	0.07
Na	443	Rb	2.7
K	12.900	Cs	$24 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$
As	$12 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$	Sc	$42 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$
Se	0.31	Eu	$44 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$

Sumber: Ravindran et al, 2005

2.2 Antioksidan

II.2.1 Definisi dan Peranan Antioksidan

Pada dekade terakhir ini, oksidan dan antioksidan merupakan topik penting dalam berbagai disiplin ilmu, khususnya dalam bidang ilmu gizi dan

kesehatan. Kehidupan makhluk di bumi yang menggunakan oksigen untuk memperoleh energi, mengakibatkan timbulnya radikal bebas. Senyawa radikal yang terdapat di dalam tubuh bukan hanya berasal dari luar tubuh (eksogen), tetapi juga terbentuk di dalam tubuh (endogen) dari hasil metabolisme zat gizi secara normal. Dalam proses fisiologis timbulnya senyawa radikal dalam tubuh (prooksidan) akan diimbangi oleh mekanisme pertahanan endogen dengan menggunakan zat (senyawa) yang mempunyai kemampuan sebagai anti radikal bebas, yang juga disebut sebagai antioksidan.^{20,21}

Karena prekursor molekular untuk memulai proses umumnya produk hidroperoksida, ROOH, peroksida lipid merupakan reaksi rantai dengan berbagai efek yang potensial merusak. Untuk mengendalikan dan mengurangi peroksidasi lipid, baik manusia maupun alam memerlukan antioksidan. Propil galat, hidroksianisol terbutilasi (BHA), dan hidroksitoluena terbutilasi (BHT) adalah antioksidan yang dipakai sebagai bahan aditif di dalam makanan. Antioksidan yang terdapat di alam mencakup vitamin E (tokoferol), yang bersifat larut lipid, serta urat dan vitamin C, yang bersifat larut air. Beta-karoten merupakan antioksidan pada PO_2 rendah. Antioksidan dapat digolongkan ke dalam 2 kelas: (1) antioksidan preventif, yang mengurangi kecepatan inisiasi (permulaan) rantai reaksi, dan (2) antioksidan pemutus rantai yang akan memotong perbanyakkan reaksi berantai. Antioksidan preventif mencakup enzim katalase serta peroksidase lain yang bereaksi dengan ROOH, dan zat-zat khelasi ion logam seperti DTPA (dietilenediaminopentaasetat) serta EDTA (etilenediaminetetraasetat), sedangkan antioksidan pemutus rantai sering berupa senyawa fenol atau amin aromatik.^{20,21}

In vivo, antioksidan pemutus rantai utama ialah enzim superoksida dismutase yang bekerja dalam fase akueosa untuk memerangkap radikal bebas superoksida (O_2^-); dan vitamin E, yang bekerja dalam fase lipid untuk menangkap radikal ROO^{\cdot} .²¹

II.2.2 Antioksidan Alami

Senyawa ROS memberikan efek merusak bila keseimbangan antara oksidan dan antioksidan terganggu. Keseimbangan ini tergantung pada konsumsi pangan yang membawa asam-asam amino esensial dalam jumlah yang diperlukan

untuk sintesa protein, serta zat-zat gizi lain yang diperlukan misalnya untuk sintesa berbagai kofaktor seperti glutathion tereduksi, antioksidan oligoelemen (Cu, Zn dan Se) yang merupakan kofaktor enzim-enzim yang dapat mendegradasi senyawa-senyawa ROS, serta vitamin-vitamin antioksidan (vitamin A, C, E, dan B₂). Aktivitas antioksidan dari makanan di dalam tubuh, sangat bergantung pada ketersediaan hayatinya.²²

Namun bahan pangan juga mengandung senyawa-senyawa yang tidak dikategorikan sebagai zat gizi, tetapi mempunyai sifat antioksidan. Senyawa-senyawa ini dapat berperan dalam pencegahan timbulnya berbagai reaksi patologis, meskipun hal ini lebih banyak diperoleh dari hasil-hasil penelitian secara *in vitro*. Senyawa-senyawa anutrisi, misalnya fitat yang dapat mengkelat mineral, lipooksigenase yang dapat merusak vitamin A, asam askorbat oksigenase yang dapat menimbulkan flatulensi, serta asam lemak tidak jenuh yang merupakan substrat lipidoperoksidasi, komponen-komponen tersebut dapat mempunyai sifat antioksidan pada suatu konsentrasi tertentu, akan tetapi dapat pula bertindak sebagai prooksidan pada konsentrasi lain.²³

Secara teoritis, senyawa radikal di dalam tubuh dapat dihilangkan bila terdapat antioksidan. Namun demikian, efisiensi penghilangan senyawa radikal ini tidak pernah mencapai 100%. Senyawa radikal yang masih terdapat secara perlahan tetapi pasti akan merusak sel-sel jaringan tubuh, sehingga terjadi proses penuaan yang tidak dapat dihindarkan. Senyawa radikal juga dapat menimbulkan penyakit autoimun. Pada kondisi demikian, fungsi dan struktur jaringan tubuh menjadi berubah.²²

Reaksi-reaksi yang melibatkan senyawa radikal telah diketahui merupakan asal dari berbagai macam kondisi dan penyakit degeneratif, antara lain kanker, penyakit kardiovaskular, gangguan kognitif, disfungsi imun, katarak, serta degenerasi makular.²³ Oleh karena itu penting sekali untuk meningkatkan kadar antioksidan di dalam tubuh, dan hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan konsumsi antioksidan alami.

Antioksidan alami yang terdapat dalam bahan pangan dapat dikategorikan menjadi dua golongan, yaitu pertama yang tergolong zat gizi: vitamin A dan karotenoid, vitamin E, vitamin C, vitamin B₂, seng (Zn), tembaga (Cu), selenium

(Se) dan protein. Dan yang kedua tergolong sebagai zat nongizi, contohnya: biogenik amin, senyawa fenol misalnya tirosol, hidroksitirosol, vanilin, asam vanilat, timol, karpakrol, gingerol, dan zingeron. Senyawa polifenol misalnya flavonoid, flavon, flavonol, heterosida falvonoat, kalkon auron, biflavonoid; tanin misalnya asam galat, asam elagat, proantosianin, dan komponen tetrapirolik misalnya klorofil dan feofitin.²²

II.2.3 Antioksidan pada Jahe

Beberapa penelitian telah membuktikan jahe memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Kandungan senyawa jahe yang berpengaruh dalam aktivitas antioksidan juga telah ditemukan dan beberapa diantaranya telah diidentifikasi. Diantaranya sebagai berikut:

Data in vitro:

Pada penelitian oleh Fugio et al mengenai sifat antioksidan komponen kimia jahe, ditemukan komponen shogaol dan zingiberene yang memperlihatkan aktivitas antioksidan kuat. Fugio juga menyimpulkan bahwa aktivitas antioksidan ini tergantung pada struktur rantai samping dan pola substitusi cincin benzena.²⁴ Selanjutnya penelitian dilanjutkan oleh Tsushida et al, ditemukan 12 komponen pada jahe yang memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding α -tokoferol. Dari 12 komponen tersebut, aktivitas antioksidan jahe terutama dipengaruhi oleh komponen gingerol dan heksahidrokurkumen. Tsushida juga membuktikan bahwa salah satu komponen fenolik antioksidan jahe, yakni shogaol, merupakan komponen dengan aktivitas antioksidan yang tinggi.²⁵

Selanjutnya Boik juga menemukan bahwa jahe merupakan sumber utama melatonin, suatu antioksidan poten, bahkan lebih poten daripada glutathion dalam menangkap radikal hidroksil, serta lebih poten daripada vitamin E dalam menangkap radikal peroksil. Melatonin juga menstimulasi enzim antioksidan otak, yakni glutathion peroksidase. Melatonin ini mampu berdifusi ke dalam seluruh jaringan dalam tubuh, termasuk membran intraselular, karena struktur lipofiliknya. Melatonin selanjutnya mampu melindungi DNA dari kerusakan akibat radikal bebas.²⁶

Percobaan binatang:

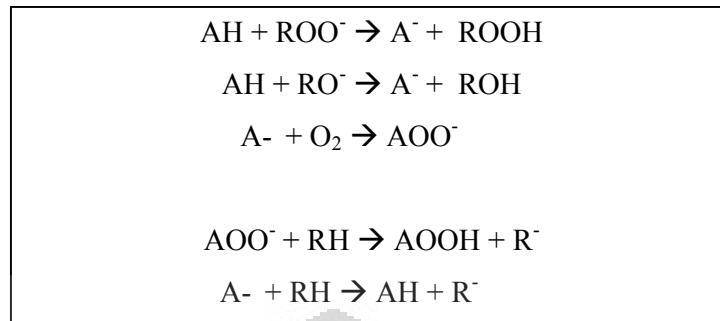
Percobaan pada tikus yang dilakukan oleh Ahmed et al, diet jahe memperlihatkan efek protektif yang sangat tinggi, mencegah kerusakan oksidatif yang diinduksi oleh malathion. Percobaan ini, secara signifikan membuktikan bahwa jahe mampu menurunkan peroksidasi lipid dengan mempengaruhi aktivitas enzim superoksida dismutase, katalase, dan glutathion peroksidase. Peneliti juga menyimpulkan bahwa aktivitas antioksidan dalam jahe sama efektifnya dengan asam askorbat.²⁷

Dari sebagian besar penelitian tersebut, telah diidentifikasi beberapa senyawa yang berperan besar dalam aktivitas antioksidan jahe, yakni: 6-gingerdiol, 6-gingerol, 6-shogaol, asam kafeat, camphene, capsaicin, Asam klorogenat, kurkumin, delphinidin, eugenol, asam ferulat, gamma-terpinen, gingerol, isoeugenol, kaempferol, melatonin, myrcene, myricetin, p-coumaric-acid, asam fihidroksi-benzoat, quersetin, asam vanillat, vanillin, dan zingerone.¹⁹

II.2.4 Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenol

Fenol adalah senyawa yang mempunyai sebuah cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Senyawa fenol pada bahan pangan dapat dikelompokkan menjadi fenol sederhana dan asam fenolat (P-kresol, 3-etil fenol, 3,4-dimetil fenol, hidroksiquinon, vanilin, asam galat), turunan asam hidroksi sinamat (p-kumarat, kafeat, asam fenolat, dan asam kloregenat) dan flavonoid (katekin, proantosianin, antisianidin, flavon, flavonol dan glikosidanya)²³. Senyawa fenol dapat bergabung dengan glukosida, protein, alkaloid dan terpenoid yang terdapat dalam rongga sel.²⁸

Fenol juga dapat menghambat oksidasi lipid dengan menyumbangkan atom hidrogen kepada radikal bebas. Senyawa fenol (AH) jika berdiri sendiri bersifat tidak aktif sebagai antioksidan, substitusi grup alkil pada posisi 2, 4 dan 6 dapat meningkatkan densitas elektron gugus hidroksil, sehingga meningkatkan keaktifannya terhadap radikal lipid. Reaksi fenol dengan radikal lipid membentuk radikal fenoksil (A[•]) yang dapat teroksidasi lebih lanjut menghasilkan beberapa radikal bebas sebagai berikut:



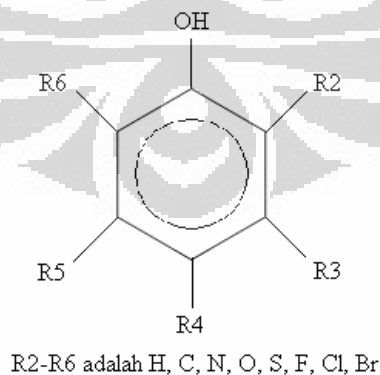
Gambar 2. Beberapa reaksi radikal bebas pada fenol

Senyawa-senyawa aktif dalam jahe yang bersifat antioksidan telah dijelaskan pada subbab selanjutnya.

2.3 Senyawa Fenol

II.3.1 Struktur Kimia

Fenol adalah senyawa yang mempunyai sebuah cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Struktur dasar senyawa fenol terdiri dari cincin aromatik dengan satu gugus hidroksil. Komponen dasar ini mempunyai rumus kimia $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, dengan berat molekul 94.1. Struktur molekular fenol diperlihatkan pada gambar 6. Nama letak struktur tambahan bergantung pada posisi relatif terhadap gugus hidroksil.²⁹



Gambar 3. Struktur Kimia Fenol

Sumber: Chemical Roguecc Educatin, 2005

Fenol, baik dalam keadaan solid maupun liquid, memiliki titik lebur rendah, yakni 41°C. Fenol sedikit larut dalam air, dan kelarutan fenol dalam air bervariasi antara suhu 0-65°C. Sebaliknya fenol sangat larut dalam pelarut organik. Fungsi utama fenol adalah sebagai desinfektan serta antioksidan.

II.3.2 Senyawa Fenol dalam Jahe

Senyawa fenol jahe merupakan bagian dari komponen oleoresin, yakni yang berpengaruh dalam sifat pedas jahe. Beberapa senyawa fenol yang telah diidentifikasi diantaranya terdapat pada tabel 5.¹⁹

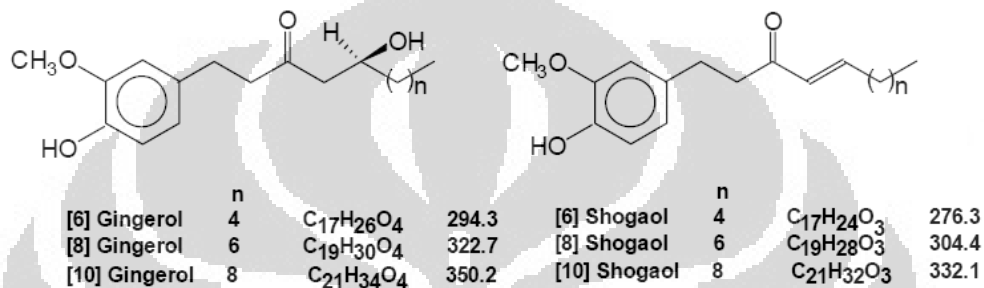
Tabel 5 .Senyawa Fenol dalam Jahe

3-gingerol	6-shogaol	4-gingediasetat
4-gingerol	8-shogaol	6-gingediasetat
5-gingerol	10-shogaol	6-metilgingediasetat
6-gingerol	6-metilshogaol	4-gingerdion
8-gingerol	8-metilshogaol	6-gingerdion
10-gingerol	4-paradol	8-gingerdion
12-gingerol	6-paradol	Dihidroksingingerol
14-gingerol	Zingeron	Heksahidrokurkumin
Metil-6-gingerol	4-gingediol	desmetilheksahidrokurkumin
Metil-8-gingerol	6-gingediol	
Metil-10-gingerol	8-gingediol	
Metil-12-gingerol	10-gingediol	
4-shogaol	6-metilgingediol	

(Sumber: Ravindran et al,2005)

10 senyawa fenol yang memiliki sifat antioksidan telah ditemukan dengan percobaan Thin Layer Chromatography (TLC) dan High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Kedua percobaan ini mampu mengidentifikasi dan

mengetahui kuantitas dari tiap senyawa fenol yang terkandung dalam suatu bahan alam. Dari 10 senyawa tersebut, hanya 5 yang baru diidentifikasi struktur kimianya, yakni (4)-, (6)-, (8)-, dan (10)-gingerol serta (6)-shogaol dengan menggunakan determinasi berat molekular. Senyawa 6-gingerol merupakan senyawa yang memiliki potensi antioksidan yang paling besar dibanding 9 senyawa lainnya. Berikut bahasan mengenai gingerol dan shogaol sebagai 2 komponen fenol utama yang berperan dalam aktivitas antioksidan jahe.¹⁹



Gambar 4: Struktur Kimia Gingerol dan Shogaol

Sumber: Ravindran et al, 2005

2.3.2.1 Gingerol

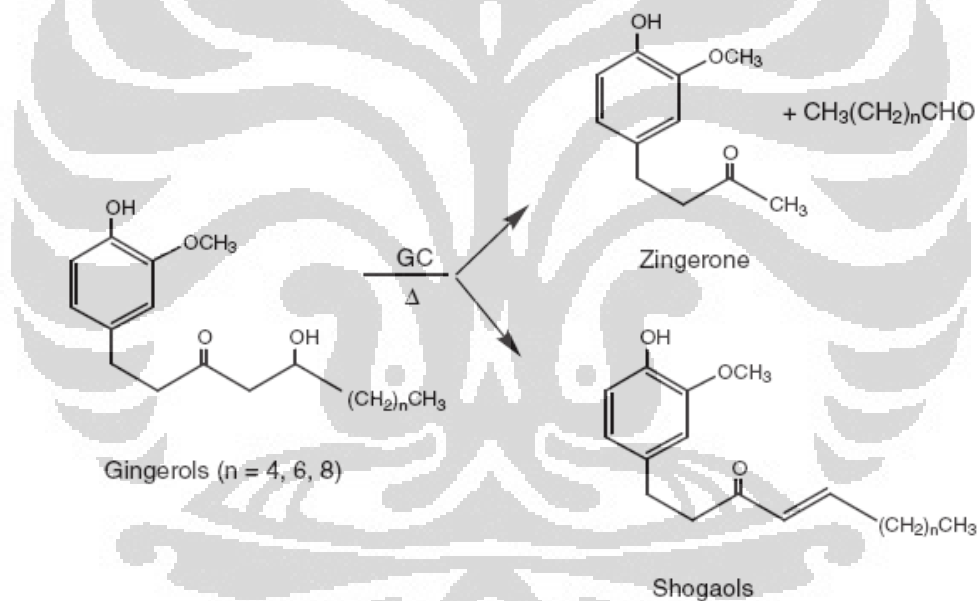
Seperti yang telah diketahui sebelumnya, 6-gingerol merupakan komponen yang memiliki potensi antioksidan paling besar, sekaligus komponen yang paling berpengaruh dalam sifat pedas jahe. 6-gingerol, (1-[4-hidroksi-3-metoksifenil]-5-hidroksi-alkan-3-ol), pertama kali ditemukan oleh Lapworth (1917) serta Connell dan Sutherland (1969). Mereka membuat konfigurasi-S dari grup hidroksi. Nama 6-gingerol berasal dari hidrolisis alkalin gingerol menghasilkan n-heksanal- suatu aldehyd dengan 6 karbon. Homolog utama diidentifikasi oleh Chen et al (1986), yakni (6)-, (8)-, dan (10)-gingerol. Selain (6)-, (8)-, dan (10)-gingerol, Masada et al (1973, 1974) menemukan homolog lain, yakni (3)-, (4)-, (5)-gingerol, serta (12)-gingerol. Gingerdiol asetat dan metilgingediasetat juga ditemukan dalam ekstrak jahe Jepang.¹⁹

Gingerol merupakan homolog 1-(3-metoksi-4-hidroksi-sifenil)-3-keto-5-hidroksiheksan. Angka di awal gingerol menentukan panjang rantai alkil dari aldehyd, yang diperoleh dari pemecahan alkil gingerol. Gingerol labil terhadap

perubahan suhu selama proses pengolahan maupun penyimpanan. Terdapat 2 jalur degenerasi gingerol, yakni:¹⁹

- Dehidrasi menjadi shogaol, yakni campuran 3 homolog gingerol yang sama.
- Kondensasi retro-aldol menjadi zingerone, 4-(3-metoksi-4 hidrosifenil)-2-butanon), salah satu komponen pedas lain, serta merupakan aldehid alifatik yang dapat menghilangkan rasa jahe.

Transformasi gingerol menjadi shogaol dan zingeron terlihat pada gambar 5. Konversi gingerol menjadi zingeron relatif lebih lambat dibandingkan dengan konversi gingerol menjadi shogaol. Konversi gingerol menjadi 2 komponen tersebut menunjukkan adanya penurunan kualitas jahe.¹⁹



Gambar 5. Degradasi Termal Gingerol

Sumber: Ravindran et al, 2005

2.3.2.2 Shogaol

Shogaol, juga dikenal sebagai (6)-shogaol, merupakan senyawa pedas pada jahe yang memiliki struktur kimia mirip dengan gingerol. Berbeda dengan gingerol, shogaol dapat dihasilkan bila jahe dikeringkan atau dimasak. Kandungan senyawa ini pada jahe lebih sedikit bila dibandingkan dengan gingerol, namun

sifat pedasnya lebih kuat dibandingkan dengan gingerol. Nama shogaol sendiri berasal dari bahasa Jepang, yakni shoga, yang berarti jahe. Shogaol pertama kali ditemukan oleh Nomura sebagai salah satu komponen pedas jahe. Sejauh ini, homolog (6)-shogaol yang telah ditemukan dalam jahe diantaranya (4)-, (8)-, dan (10)-shogaol. Biasanya, jahe segar hanya mengandung sedikit shogaol. Hal ini dikarenakan shogaol dapat terbentuk bila terjadi proses dehidrasi selama proses maupun penyimpanan jahe. Rasio antara gingerol dan shogaol dalam jahe segar sekitar 7:1, dan rasio ini tidak berubah setelah dikeringkan dalam suhu 40°C.¹⁹

Namun ketika jahe diuapkan selama 10 jam kemudian diikuti dengan pengeringan, rasio ini berubah menjadi 1:1, hal ini menjelaskan adanya perubahan (6)-gingerol menjadi (6)-shogaol. Dengan kata lain jumlah (6)-gingerol dan (6)-shogaol dipengaruhi oleh kondisi pengolahan jahe. (6)- dan (8)-metilshogaol, memiliki gugus metoksil dan gugus hidroksil. Senyawa ini juga ditemukan dalam jahe.¹⁹

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini diuji kandungan fenol total jahe. Kandungan fenol total diuji dengan larutan Folin-Ciocalteau (FC) dan sebagai pembanding adalah asam galat.

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif, yakni penjelasan data yang didapatkan sebagai hasil penelitian dengan melalui gambaran sesuai dengan kenyataan. Penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. ekstraksi bahan,
- b. pengujian fenol total, dan
- c. analisis data serta membandingkan dengan hasil penelitian lain.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Departemen Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Penelitian berlangsung selama 6 bulan.

3.3 Sampel

Sampel yang dipakai pada penelitian ini ialah jahe dari varietas putih besar, didapat dari pasar organik Bogor. Sampel jahe dipilih yang matang dan segar.

3.4 Parameter yang Diuji

Parameter yang akan diuji pada penelitian ini ialah kadar fenol total.

3.5 Bahan dan Alat

Bahan:

1. Sampel bahan alam seperti disebut di atas
2. Standar antioksidan pembanding: Asam Galat (Sigma)
3. Reagen Folin-Ciocalteu (*FC reagent*)- Sigma
4. Metanol - Merck
5. Akuades
6. Natrium karbonat- Merck

Alat:

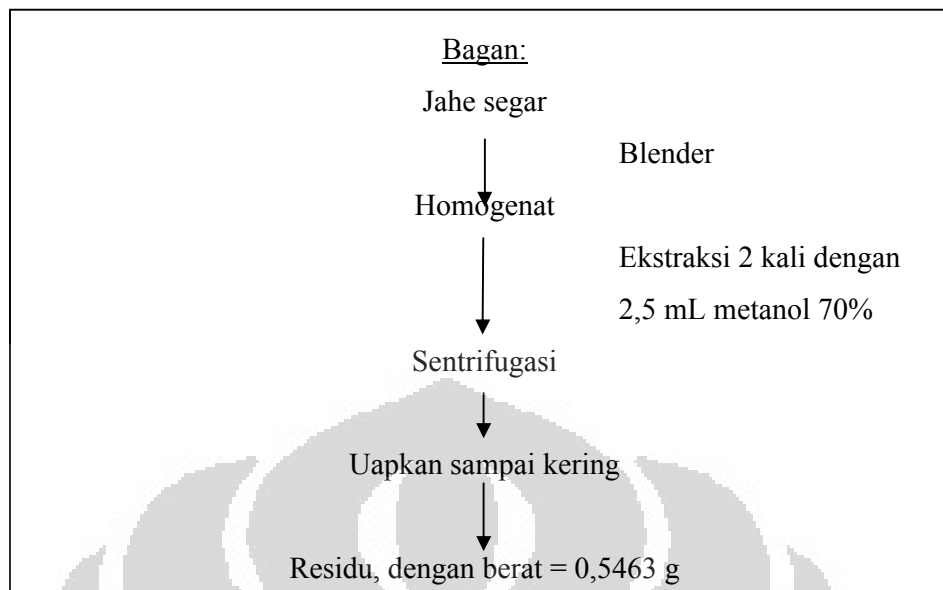
1. Neraca analitik
2. Blender
3. *Rotary Shaker*, alat untuk ekstraksi bahan
4. TurboVap (Zymark), alat untuk menguapkan pelarut
5. Alat sentrifugasi
6. *Freezer*
7. Spektrofotometer (Shimadzu)
8. Alat-alat gelas

3.6 Prosedur Kerja

3.6.1 Ekstraksi Jahe

Jahe dipilih yang matang/ siap dikonsumsi dan segar. Sekitar 500 gram jahe tanpa dikupas, dicelupkan ke dalam alkohol mendidih 1-3 menit, kemudian dipotong-potong dan dilumatkan dengan blender.

Homogenat segera ditimbang (± 1 g) dalam tabung reaksi bertutup ulir. Selanjutnya dilakukan ekstraksi sebanyak dua kali menggunakan metanol 70% sebagai pengekstrak. Ekstraksi dilakukan dengan mencampur 2,5 mL pelarut menggunakan alat *rotary shaker*. Larutan ekstrak disentrifugasi dengan kecepatan 5000rpm. Lapisan organik dipisahkan dan diuapkan sampai kering dengan bantuan gas nitrogen pada suhu 50°C. Residu kering disimpan dalam *freezer* sebelum pengujian lebih lanjut. Pengujian kadar fenol total dilakukan terlebih dahulu melarutkan residu dalam metanol 50 %.



Gambar 6: Bagan Kerja Ekstraksi Jahe

3.6.2 Penetapan Kandungan Fenol Total (Metode Folin-Ciocalteu)

Penetapan kandungan fenol total ini dilakukan berdasarkan metode Folin-Ciocalteu. Metode ini biasa digunakan untuk mengukur kadar fenol total dari suatu bahan. Reagen yang digunakan ialah reagen Folin-Ciocalteu, yang pembuatannya menggunakan bahan kimia seperti sodium tungstat, sodium molibdat, litium sulfat, bromin, dan beberapa asam lain.⁸

3.6.2.1 Prinsip kerja

Senyawa fenol bereaksi dengan peraksi fosfomolibdat-fosfotungstat (larutan FC) akan memberi warna kuning dan dengan penambahan alkali akan menghasilkan warna biru. Intensitas warna biru diukur serapannya pada panjang 765 nm. Kandungan fenol total dalam bahan dibandingkan terhadap standar asam galat (AG). Metode ini digunakan untuk mengukur semua fenol yang terkandung pada suatu bahan, dan penggunaan asam galat sebagai standar pengukuran dikarenakan asam galat merupakan substansi murni dan stabil, serta relatif lebih murah dibanding pilihan lainnya.⁸

3.6.2.2 Cara kerja

500 μ L residu yang telah dilarutkan dalam 5 mL metanol 50%, dimasukkan dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan 0.5 mL larutan Folin-Ciocalteu yang telah diencerkan 10 kali. Setelah campuran dibiarkan 2 menit kemudian ditambahkan 2 mL larutan sodium karbonat 7.5%. Segera ditambahkan akuades sampai volume 10 mL. Larutan diinkubasi pada 45 °C selama 15 menit atau 1 jam pada suhu kamar, selanjutnya diukur serapannya pada panjang gelombang 765 nm.

3.6.2.3 Pembuatan standar asam galat

Larutan stok asam galat mengandung 1000 μ g/mL dalam metanol. Kemudian larutan stok diencerkan untuk mendapatkan larutan kerja dengan kadar 10 μ g/mL. Kemudian dibuat serangkaian larutan standar dengan kadar 0; 0.25; 0.5; 1.0; 2.5; 5.0; 7.5. μ g/mL

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1. Hasil Kerja Ekstraksi Jahe

Bahan jahe merupakan jenis varietas putih besar yang didapat dari pasar bahan organik Bogor. Prinsip kerja ekstraksi ini adalah dengan melarutkan senyawa yang akan diukur, yakni senyawa fenol, dengan pelarut organik, yakni methanol. Sehingga senyawa fenol dapat terpisah dengan komponen lain pada jahe.³⁰ Sekitar 500 gram jahe matang dan segar segar awalnya dicelupkan ke dalam alkohol mendidih selama 1-3 menit tanpa dikupas, kemudian dipotong-potong dan dilumatkan. Diambil 1 gram homogenat untuk selanjutnya diekstraksi dengan mencampur 2,5 mL methanol 70% dengan menggunakan alat *rotary shaker* sebanyak dua kali. Perlakuan dua kali ekstraksi ini dimaksudkan untuk mendapatkan jumlah senyawa fenol yang terkandung lebih optimal. Sehingga memperkecil jumlah senyawa fenol yang tertinggal pada endapan sampel karena tidak terekstraksi.

Larutan ekstrak tersebut ditunggu beberapa menit hingga cairan dan endapan terpisah. Selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 5000rpm selama 10 menit. Setelah disentrifugasi lapisan organik yang terbentuk dipisahkan dan dikeringkan dengan bantuan gas nitrogen pada suhu 50°C hingga menjadi residu kering. Dalam penelitian ini didapatkan berat residu kering sekitar 0,5463 gram. Residu kering kemudian disimpan di dalam *freezer* sebelum pengujian lebih lanjut.

Metode untuk menentukan senyawa fenol pada suatu bahan diawali oleh penemuan Folin dan rekan-rekannya di Institut Medikal Harvard dalam penelitian metabolisme protein pada manusia. Folin dan Dennis melaporkan metode kolorimetrik untuk mendeteksi asam amino tirosin dalam protein hidrolisat. Metode ini didasarkan pada reagen campuran fosfotungstat (WO_4^{2-})-fosfomolibdat (MoO_4^{2-}) yang bereaksi dengan gugus hidroksil fenolik pada tirosin, menghasilkan warna biru. Intensitas warna ini dapat diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer. Reagen Folin-Denis dibuat dengan mencampurkan sodium tungstat dan asam fosfomolibdat dalam larutan asam

fosfor, dipanaskan selama 2 jam, selanjutnya didinginkan, diencerkan dan disaring. Metode ini sering digunakan untuk mengetahui senyawa fenolik dalam urin.³¹

Modifikasi dari metode ini dibuat oleh Folin dan Ciocalteu. Modifikasi ini terdiri dari penambahan litium sulfat dan bromine dalam reagen fosfotungstat-fosfomolibdat pada saat akhir pemanasan, dilanjutkan dengan pendinginan dan pengenceran. Penambahan litium ini dimaksudkan untuk mencegah pembentukan presipitat yang dapat mempengaruhi pengukuran intensitas warna. Reagen ini, yang biasa disebut dengan reagen Folin-Ciocalteu, biasa digunakan untuk mengukur tirosin dan triptofan dalam protein hidrolisat, namun juga bisa digunakan untuk mengukur kadar fenolik bahan lain.³¹

Berikut langkah-langkah metode Folin-Ciocalteu:

1. Sampel diencerkan dengan air dengan perbandingan 10:1.
2. 2 mL sodium karbonat 2% ke dalam 0.1 mL ekstrak sampel.
3. Dicampur dengan menggunakan vorteks, kemudian ditunggu selama 5 menit.
4. Saat pencampuran dengan vorteks, tambahkan 0.1 mL Folin-Ciocalteu yang sudah diencerkan dengan perbandingan 1:1.
5. Biarkan sampel selama 30 menit - 1 jam.

Karena metode ini cukup rumit, oleh Scalbert et al dibuat modifikasi baru, dimana 0.5 mL reagen Folin-Ciocalteu diencerkan 10 kali, dan 2 mL sodium karbonat 75% ditambahkan ke dalam 0.5 mL ekstrak yang sudah dilarutkan dengan methanol. Selanjutnya diinkubasi selama 5 menit pada suhu 45°C atau 1 jam pada suhu kamar. Kelemahan metode ini adalah senyawa fenolik rentan mengalami deglikosilasi pada saat pemanasan. Maka penelitian ini menggunakan metode Folin-Ciocalteu yang telah dimodifikasi oleh Scalbert. namun setelah penambahan reagen, sampel dibiarkan dalam suhu ruangan selama 1 jam untuk menghindari terjadinya proses deglikosilasi.

Pengujian diawali dengan melarutkan residu kering dengan 5 mL metahnlol 50%, kemudian diambil larutan residu sebanyak 500µL. Selanjutnya ditambahkan 0.5 mL larutan Folin-Ciocalteu yang telah diencerkan 10 kali. Setelah campuran dibiarkan 2 menit kemudian ditambahkan 2 mL larutan sodium karbonat 7.5%. Segera ditambahkan akuades sampai volume 10 mL. Larutan

diinkubasi pada 45 °C selama 15 menit atau 1 jam pada suhu kamar, selanjutnya diukur serapannya pada panjang gelombang 765 nm. Didapatkan hasil rata-rata absorbansi sample sebesar 0.583 nm dengan standar deviasi sebesar 0.0139.

Prinsip kerja metode Folin-Ciocalteu ini adalah reaksi antara senyawa fenol dengan reagen Folin-Ciocalteu. Reaksi ini melibatkan oksidasi gugus fenolik (ROH) dengan campuran asam fosfotungstat ($H_3PW_{12}O_{40}$) dan asam molibdat ($H_3PMo_{12}O_{40}$) dalam reagen, menjadi bentuk quinoid (R=O). Reduksi reagen Folin-Ciocalteu ini menghasilkan warna biru sesuai dengan kadar fenol total yang bereaksi. Selanjutnya warna ini dihitung intensitasnya pada panjang gelombang 765 nm.³² Asam galat digunakan sebagai standar pengukuran dikarenakan asam galat merupakan senyawa polifenol yang terdapat di hampir semua tanaman, termasuk jahe. Kandungan fenol asam organik ini bersifat murni dan stabil.³¹

Kadar fenol total yang ditetapkan menurut metode Folin-Ciocalteu bukan kadar absolut, tetapi prinsipnya berdasarkan kapasitas reduksi dari bahan yang diuji terhadap suatu reduksi ekuivalen dari asam galat. Selanjutnya hasil pengukuran fenol total jahe dilaporkan sebagai GAE (Gallic Acid Equivalent) per berat segar.³⁴

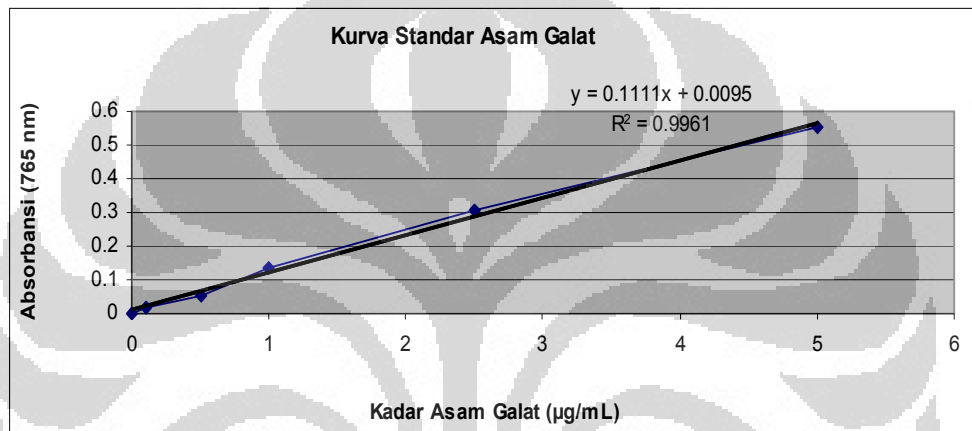
4.2. Pengukuran Absorbansi Standar Asam Galat

Pembuatan larutan kerja asam galat sebagai standar pengukuran fenol total jahe, diawali dengan membuat larutan stok asam galat sekitar 1000 µg/mL dalam methanol. Kemudian larutan stok asam galat diencerkan untuk mendapatkan larutan kerja dengan kadar 10 µg/mL. Selanjutnya dibuat serangkaian larutan standar dengan kadar 0; 0.25; 0.5; 1.0; 2.5; 5.0; 7.5. µg/mL. Dari setiap kadar asam galat tersebut selanjutnya diukur kadar serapannya pada panjang gelombang 765 nm.

Setelah itu dibuat kurva kalibrasi asam galat, serta menetapkan persamaan garis kurva asam galat dan nilai r . r atau koefisien determinasi ialah suatu nilai yang berkisar dari 0 hingga 1 yang menyatakan seberapa dekat atau sesuai antara nilai perkiraan pada garis persamaan kurva dengan data aktual yang didapat. Jika r mendekati nilai 1, maka dapat dikatakan perbedaan antara nilai-y

perkiraan dan nilai-y aktual hampir sama. Sedangkan bila r mendekati nilai 0, dapat dikatakan persamaan garis yang didapat tidak dapat membantu prediksi nilai-y.

Didapatkan persamaan garis kurva ialah: $y = 0.1111x + 0.0095$, dan $r = 0.9961$. Dengan r yang mendekati nilai 1, sehingga dapat digunakan untuk perhitungan kadar. Berikut gambaran kurva kalibrasi asam galat yang didapat:



Gambar 7. Kurva Standar Asam Galat

4.3. Hasil Analisis Kadar Fenol Total Jahe

Dari persamaan garis kurva yang didapat, yakni $y = 0.1111x + 0.0095$, ditentukan bahwa aksis y mewakili nilai absorbansi, dan aksis x mewakili kadar asam galat. Untuk mengetahui kadar fenol total larutan residu jahe ekuivalen dengan asam galat, nilai absorbansi larutan residu jahe dimasukkan ke dalam nilai-y pada persamaan kurva. Selanjutnya didapatkan nilai-x sebagai kadar fenol total residu jahe ekuivalen dengan asam galat dengan satuan $\mu\text{g GAE/mL}$. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 y &= 0.1111x + 0.0095 \\
 \Leftrightarrow 0.573 &= 0.1111x + 0.0095 \\
 \Leftrightarrow 0.1111x &= 0.573 - 0.0095 \\
 \Leftrightarrow x &= 5.08 \mu\text{g GAE/ mL larutan residu}
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai-x atau kadar fenol total larutan residu jahe ekuivalen asam galat, selanjutnya menentukan kadar fenol per berat sampel jahe. Dengan demikian, untuk mengetahui kadar fenol total per berat sampel jahe, nilai kadar fenol total larutan residu jahe tersebut selanjutnya dikalikan dengan volume larutan per berat sampel. Selanjutnya dikalikan pula dengan faktor pengenceran sampel. Maka didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pengenceran} &= 10 \\ 5.08 \mu\text{g GAE/ mL} \times \frac{10 \text{ mL}}{0.5463 \text{ g}} \times 10 &= 929.8 \mu\text{g GAE/ g} \\ &= 929.8 \mu\text{g GAE/ g berat segar} \\ &= 92.98 \text{ mg GAE/ 100 g berat} \\ &\quad \text{segar} \end{aligned}$$

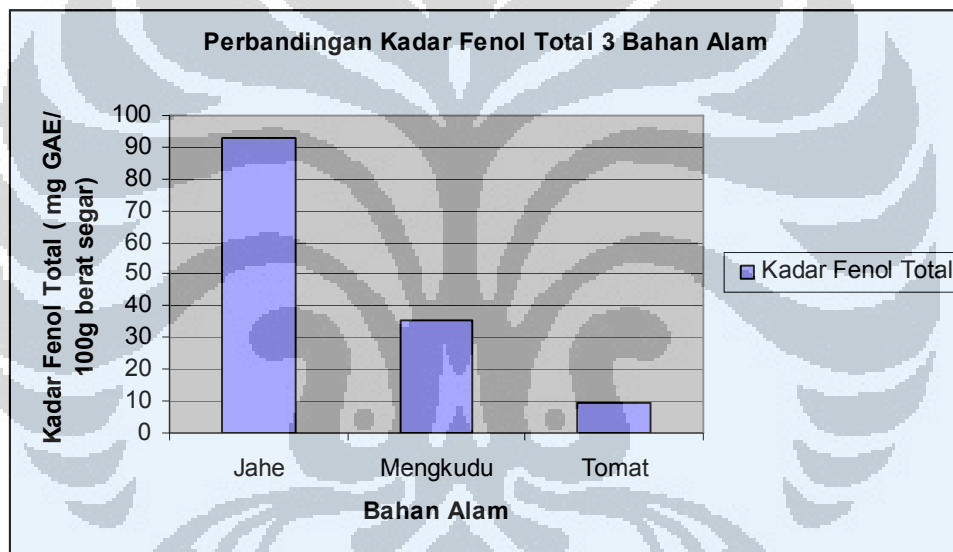
Tabel 6. Kandungan Fenol Total Jahe

Berat bahan (g)	Absorbansi	Absorbansi rata-rata	Standar Deviasi	Koefisien Variasi	Kadar ekuivalen asam galat ($\mu\text{gGAE/ mL}$)	Kandungan fenol total (mgGAE/100 g sampel)
0.5463	0,578	0,574	0	0	5.08	92.98
	0,569					

Maka dari hasil perhitungan, didapatkan kadar fenol total jahe varietas putih besar sebesar 92.98 mg GAE/ 100 g berat segar jahe. Banyak faktor yang juga ikut mempengaruhi hasil pengukuran kadar fenol total bahan organik. Hal ini terlihat dari perbedaan hasil yang didapat dari penelitian lain. Penelitian yang juga pernah dilakukan oleh Deniati dengan metode yang sama terhadap jahe dengan varietas yang sama dan juga didapat dari pasar organik Bogor, didapatkan kadar

fenol total yakni 84.23 mg GAE/ 100 g berat segar jahe dengan standar deviasi sebesar 9.13.³⁴

Penelitian dengan metode yang sama juga dilakukan kepada beberapa bahan alam lain, seperti tomat, dan mengkudu. Hasil dari penelitian kadar fenol total pada mengkudu oleh Rahmawati, didapatkan kadar fenol total mengkudu sebesar 35.60 mg GAE/ 100 g berat segar.³⁵ Sedangkan dari penelitian kadar fenol total buah tomat oleh Mariska didapatkan kadar fenol total sebesar 9.40 mg GAE/ 100 g berat segar tomat. Dari perbandingan hasil ketiga bahan alam ini, dapat diketahui bahwa jahe memiliki kadar total fenol tertinggi.³⁶



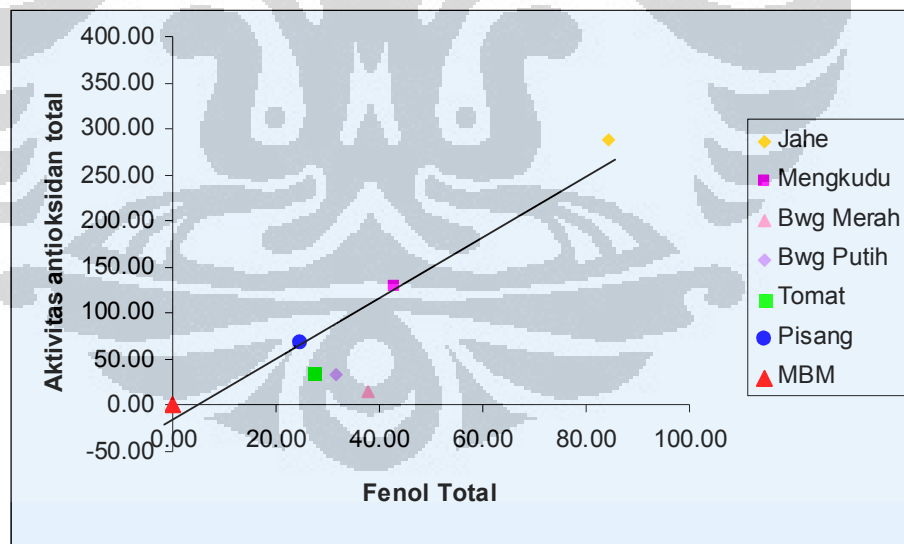
Gambar 8. Perbandingan Kadar Fenol Total 3 Bahan Alam

Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Deniati. Pada penelitian ini, terdapat 7 bahan alam pangan yang diperbandingkan kadar fenol totalnya, yakni Jahe, mengkudu, bawang merah, bawang putih, tomat, pisang, dan buah merah. Dari ke-7 bahan alam ini, jahe juga terlihat memiliki kadar fenol total tertinggi. Pada penelitian ini juga dibuktikan adanya hubungan antara kadar fenol total dengan aktivitas antioksidan. Semakin tinggi kadar fenol total dalam suatu bahan alam, semakin tinggi pula aktivitas antioksidan.³⁴

Tabel 7. Kandungan Fenol Total Beberapa Bahan Alam

Kandungan fenol total (mgGAE/100g)			
Nama Bahan	Pengekstrak		
	Aseton 80%	Metanol 70%	Air + Heksan
Jahe	67,48 ± 7,08	84,23 ± 9,14	-
Mengkudu	46,46 ± 3,86	43,04 ± 6,09	-
Bawang merah	35,48 ± 2,95	37,88 ± 2,03	-
Bawang putih	30,15 ± 2,35	31,26 ± 6,55	-
Pisang	26,19 ± 9,39	27,12 ± 4,84	-
Tomat	17,70 ± 2,08	24,86 ± 2,41	-
Minyak buah merah	-	-	0,03 ± 0

Sumber: Deniati SH, 2006



Gambar 9. Fenol Total dan Aktivitas Antioksidan

Sumber: Deniati SH, 2006

Perbedaan yang cukup signifikan juga terlihat dari penelitian kadar fenol total jahe di negara lain. Misalnya pada penelitian kadar fenol total jahe oleh Paolino Ninfali et al di Itali, didapatkan hasil kadar fenol total yang lebih besar, yakni 200.5 mg GAE/ 100 g berat segar jahe, dengan besar standar deviasi 19.0.³⁷ Penelitian kadar fenol total jahe di kepulauan Fiji oleh Jimaian Lako et al, juga memperlihatkan hasil yang hampir sama dengan yang didapat oleh Paolino Ninfali, yakni 200 mg GAE/ 100 g berat segar jahe dan standar deviasi sebesar 15.8.³⁸ Kedua penelitian ini menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut aseton 80%.

Di India, sebagai negara tropis yang sama dengan Indonesia, justru memiliki kadar fenol total yang jauh lebih besar daripada jahe Bogor. Hal ini terlihat dari hasil penelitian kadar fenol total jahe India oleh Charanjit Kaur, yakni sebesar 221.3 mg GAE/ 100g berat segar jahe dengan standar deviasi sebesar 9.4.³⁹

4.4. Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Hasil Pengukuran

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran kadar fenol total pada jahe, yaitu:⁴⁰

- cara penanaman,
- bagian tanaman,
- musim tumbuh,
- kondisi lingkungan,
- perlakuan hortikultural,
- geografis penyebaran,
- kondisi penyimpanan hasil panen,
- serta prosedur pengolahan.

Salah satu faktor yang mendasari perbedaan kadar fenol total ini adalah varietas jahe. Jahe yang digunakan pada penelitian oleh Paolino Ninfali, Jimaian Lako, maupun Charanjit Kaur ialah jahe dengan varietas putih kecil atau sunti. Jahe ini memang lebih sering digunakan sebagai bahan dasar pengobatan. Berbeda dengan jahe varietas putih besar yang memiliki rasa yang kurang pedas sehingga lebih sering digunakan untuk bahan masakan dibanding sebagai bahan pengobatan.

Rasa pedas pada jahe berhubungan dengan kadar senyawa fenol yang terkandung. Sehingga bila rasa jahe kurang pedas, kadar senyawa fenol dalam jahe juga relatif lebih rendah.¹⁸

Jenis pelarut ekstraksi memiliki pengaruh terhadap besar fenol total yang didapatkan. Ekstraksi senyawa fenol biasanya menggunakan pelarut organik, seperti methanol, ethanol, dan aseton. Dan pada banyak penelitian telah terbukti bahwa pelarut senyawa fenol terbaik adalah aseton, diikuti methanol dan selanjutnya ethanol. Kadar dari pelarut tersebut juga mempengaruhi besar fenol yang terlarut. Semakin besar kadar pelarut, semakin besar pula kadar fenol total yang didapat. Dan didapatkan persentase kadar setiap pelarut untuk mendapatkan kadar fenol total yang optimum adalah sebesar 80%.^{41,42}

Pada penelitian oleh Kharanjit Kaur, juga menggunakan metode ekstraksi yang berbeda. Yakni dengan melakukan dua kali ekstraksi menggunakan ethanol.³⁷ Perlakuan dua kali ekstraksi ini dimaksudkan untuk mendapatkan jumlah senyawa fenol yang terkandung lebih optimal. Sehingga memperkecil jumlah senyawa fenol yang tertinggal pada endapan sampel karena tidak terekstraksi.⁴¹

Faktor ekstraksi lain yang ikut mempengaruhi kadar fenol total yang diukur adalah temperatur tinggi serta lamanya ekstraksi. Senyawa fenol rentan mengalami oksidasi pada temperatur yang tinggi, sehingga mengalami degradasi. Akibatnya kadar fenol total yang terukur jadi semakin rendah. Ekstraksi yang terlalu lama dapat memberikan kesempatan senyawa fenol untuk teroksidasi lebih banyak. Maka ekstraksi dalam metode ini menggunakan atmosfer dengan gas netral (nitrogen) serta ketiadaan pencahayaan. Sehingga proses oksidasi senyawa fenol dapat dicegah.³¹

Gingerol, sebagai salah satu senyawa fenol terbesar dalam jahe, memiliki sifat yang rentan terhadap perubahan suhu pada saat penyimpanan maupun pengolahan bahan. Dengan mudah gingerol dapat berubah menjadi shogaol dan zingerone, dan mengakibatkan menurunnya kualitas jahe, termasuk menurunnya kadar fenol total jahe.¹⁹

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan kadar fenol total jahe sebesar 95,65 mg Ekuivalen Asam Galat per 100 gram berat segar. Hasil tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik yang berasal dari karakteristik jahe yang dipakai maupun berasal dari perlakuan penelitian. Besar kadar fenol total jahe varietas putih besar yang didapat dari pasar organik Bogor ini, cenderung lebih kecil dibandingkan dengan kadar fenol total jahe yang berasal dari negara lain. Hal ini bisa dikarenakan perbedaan varietas, cara penanaman, kondisi lingkungan, musim, kondisi penyimpanan hasil panen, serta prosedur pengolahannya.

Namun dari perbandingan kadar fenol total dengan bahan alam lain, yang menggunakan metode dan pelarut yang sama, diketahui bahwa jahe memiliki kadar fenol total tertinggi, bila dibandingkan dengan tomat maupun mengkudu. Dari penelitian lain juga jahe menunjukkan hal yang sama ketika dibandingkan dengan 6 bahan alam lain, yakni tomat, mengkudu, bawang merah, bawang putih, pisang, maupun buah merah.

Besar kadar fenol total jahe ini juga belum mampu menjadi patokan dalam menilai kadar fenol total jahe Indonesia. Dari perbandingan kadar fenol total jahe dengan penelitian lain, dapat disimpulkan jahe varietas putih besar memiliki kadar fenol total jahe yang rendah, sehingga aktivitas antioksidan pada jahe ini juga rendah.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, maka disarankan:

- Adanya penelitian kadar fenol total bahan alam lain, dengan metode yang sama, untuk memperkaya lagi data perbandingan masing-masing bahan alam.
- Adanya penelitian kadar fenol total jahe dari daerah-daerah lain di Indonesia sebagai perbandingan dengan jahe Bogor, serta dari varietas jahe lainnya. Dengan demikian dapat diketahui kadar fenol total jahe Indonesia secara mayoritas.
- Diperlukan perbaikan dalam proses penanaman maupun pengolahan jahe di pasar organik Bogor, untuk mendapatkan jahe yang lebih berkualitas.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengukuran komponen lain pada jahe serta hubungannya dengan aktivitas antioksidan, serta penelitian lanjutan mengenai manfaat jahe secara *in vivo*, sehingga dapat melengkapi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darwis SN, Indo M, dan Hasiyah S. Tumbuhan obat famili zingiberaceae. Bogor: Pusat Penelitian Pengembangan Tanaman Industri,1991.
2. Langner E, Greifenberg S, dan Gruenwald J. Ginger: history and use. Adv Ther 1998. p.25-44.
3. Fuhrman B, Rosenbalt M, Hayek T, Coleman R, Aviram M. Ginger extract consumption reduces plasma cholesterol, inhibit LDL. Biochemical and Molecular Action in Nutrition. The Journal of Nutrition ,1998. p.1125-1131.
4. Ardiansyah. Antioksidan dan peranannya bagi kesehatan. Jepang: Tohoku University Sendai, 2007.
5. Langseth L. Oxidants, antioxidants and disease prevention. Belgium: ILSI Europe, 1995.
6. Aruoma OI, Spencer, JPE, Warren, D, Jenner, P, Butler, J, Halliwell B. Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparation. Food Chem, 1997. p.149-156.
7. Hudson BJJ. Food antioxidants. London and New York: Elsevier Applied Science, 1990.
8. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods in Enzymology ,1999. p.152-178.
9. Kemper KJ. Ginger (*Zingiber officinale*). Longwood Herbal Task Force. Diunduh dari: <http://www.mcp.edu/herbal/default.htm>. (3 November 1999)
10. Duke JA, Ayensu ES. Medicinal plants of China. Medicinal Plants of tge World. Vol.1. Algonac, MI: Reference Publications, Inc, 1985: 362.
11. Qureshi S, Shah AH, Tariq M., Ageel AM. Studies on herbal aphrodisiacs used in Arab system of medicine. Am J Chin Med, 1989; 17:57-63
12. Johri RK, Zutshi U. An Ayurvedic formulation ‘Trikatu’ and its constituenta. J ethnopharmacology, 1992; 37: 85-91.

13. Kapil U, Sood AK, Gaur DR. Maternal beliefs regarding diet during common childhood illnesses. *Indian Pediatr*, 1990; 27:595-9.
14. Stanford EE. *Economic plants*. New York: Appleton Century Crofts Inc., 1994.
15. Soediartha A, Sudarnadi B. *Bumbu dan rempah*. Bogor: Departemen Ilmu Pertanian IPB, 1998.
16. Anonim. Master document of *Zingiber Officinale*. Bangalore: Natural Remedies Research Center, 1999.
17. Anonim. WHO Monographs on selected medicinal plants. Volume 1. World Health Organization, 1999. p.277-287.
18. Anonim. *Mengenal Budidaya Jahe dan Prospek Jahe*. Jakarta: Koperasi Daar El-Kutub, 1999.
19. Ravindran PN, Nirmal BK. *Ginger: The genus Zingiber*. USA: CRC Press, 2005. p. 87-97.
20. Bowen R. Free radicals and reactive oxygen. Colostate Education. Diunduh dari: http://arbl.cvmbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/misc_topics/radicals.html (diakses tanggal 6 Agustus 2003)
21. Mayes PA. Lipid yang memiliki makna fisiologis. *Biokimia Harper Edisi 25*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2003. p.156-7
22. Langseth L. From the Editor: Antioxidants and diseases of the brain. *Antioxidant Vitamins Newsletter* 1993;4:3.
23. Halliwell B. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence. USA: *Lancet* 1994;344:721-724.
24. Mazza G, Oomah BD. *Herbs, botanical, and teas*. USA: Technomic Publishing Company, 2000. p.75-83
25. Tsushida T, Suzuki M, Kurogi M. Evaluation of antioxidant activity of vegetable extracts and determination of some active compounds. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.*, 1994; 41(9): 611-618.

26. Boik J. Cancer and natural medicine. Princeton: Oregon Medical Press, 1995.
27. Ahmed RS, Seth V, Pasha ST et al. Influence of dietary ginger (*Zingiber officinales* Rosc) on oxidative stress induced by malathion in rats. *Food Chem Toxicol* 2000;38(5):443-450.
28. Lam YR, Woo, AYH. Antioxidant Action of Phenolic Compounds Found in Dietary Plants on Low-Density Lipoprotein and Erythrocytes in Vitro. Hongkong: The Chinese University of Hongkong, 2007. Diunduh dari: <http://www.jacn.org/cgi/reprint/26/3/233.htm>
29. Anonim. Alcohols, phenols, and ethers. *Chemical Roguecc Education*, 2005; 14, 14-16.
30. Heldman DR, Singh RP. 1981. Food processing engineering. Ed ke-2. Wetport-Connecticut: AVI Publishing Company Inc, 1981.
31. Vermerris W, Nicholson R. Phenolic compound. Netherlands: Springer, 2006. p.88-90.
32. Anonim. HI 83742 color and phenol ISM for wine analysis. USA: HANNA instruments, 2006. p.20-25.
33. Andrew W. Folin-Ciocalteau micro method. Department of Viticulture &Enology University of California, 1999. Diunduh dari: <http://waterhouse.ucdavis.edu/phenol/foolinmicro.htm>
34. Deniati SH. Aktivitas antioksidan dan kandungan fenol total beberapa ekstrak bahan alam. *Biokimia FKUI*, 2006.
35. Rahmawati, A. Analisis Kadar Fenol Total pada Buah Mengkudu. *Biokimia FKUI*, 2008.
36. Mariska, VP. Analisis Kadar Fenol Total pada Tomat. *Biokimia FKUI*, 2008.
37. Paolino N, et al. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition. *British Journal of Nutrition*, 2005; 93, 257-266.
38. Jimaima L, et al. Antioxidant cctivity and Phenolic content in Fijian fruits and vegetables. Monash University Australia, 2005.

39. Charanjit, K, Kapoor, HC. Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 2002; 37, 153-161
40. Del Caro A, et al. Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (*Bosana cv*) from whole and de-stoned fruits. Department of Science and Biotechnology Italy, 2005.
41. Sripad G, Prakash V, Narasinga RS. Extractability of polyphenols of sunflower seed in various solvents. *J. Biosci.*, Vol. 4, Number 2, June 1982, p. 145-152.
42. Shahrokh K. Phytochemical Distribution Among Selected Advanced Apple Genotypes Developed for Fresh Market and Processing. *Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences*. p.1-13

