



PROFIL ZAT ANTIOKSIDAN PISANG KEPOK KUNING
(*Musa paradisiaca* var. bluggoe) **PADA VARIASI METODE**
PEMASAKAN

SKRIPSI

Oleh

Novila Santi Lovabyta
NIM 131710101050

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2017



PROFIL ZAT ANTIOKSIDAN PISANG KEPOK KUNING
(Musa paradisiaca var. bluggoe) **PADA VARIASI METODE**
PEMASAKAN

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memnuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

oleh

Novila Santi Lovabyta
NIM 131710101050

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

2017

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur yang tak terhingga penulis ucapkan kepada Allah SWT atas seluruh nikmat-Nya serta sholawat kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW yang selalu menjadi suri tauladan hingga akhir zaman, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Bapak M. Santoso dan Ibu Wahyu Ekawati, S.Pd., M.Pd., yang selalu memberikan kasih sayang tanpa batas, doa, perhatian, dan dukungan apapun,
2. Kedua kakak (Naufal Sanca Lovandhika, S.Si., M.Sc. dan Lilyana Jap, S.T., M.Sc.), kedua adik (Naufel Kinandhana Lovysandhika dan Naufara Santi Lovynandhita, Nenek Siti Rukayah, dan keluarga besar Pai yang selalu mendoakan, memberi semangat, memotivasi, dan dukungan,
3. Prayogi Kasih Arthur, S.TP., yang selalu ada disaat suka dan duka, juga doa, nasihat, dukungan dari segi apapun, dan semangat yang selalu menyertaiku, serta Bapak Bambang dan Ibu Anin yang selalu mendoakan dan menyemangati,
4. Keluarga Bladoku, Bapak Samsul dan Ibu Fitri yang selalu mendukung dan mendoakanku, serta Amilus, Vungky, Anin, Eri, Mely, Rosi, Adi, Yoni, dan Rizki yang selalu ada dan mendoakanku, dan mengisi hari-hariku dengan penuh canda-tawa,
5. Sepupu dan sahabat, Nita A. A., Anggraini S., dan Icha T. Derka yang selalu ada, menodakan, menyemangati, dan mengisi hari-hariku dengan tawa,
6. Sahabat terbaikku Ayu Pradita yang selalu ada, mengerti setiap keadaanku, dan selalu memberi dukungan, serta sahabat sekaligus *partner* terbaik dalam segi apapun Wulan Suci Wahyuningtyas,
7. Teman-teman THP-B 2013 (Kapak *Corporation*) yang selalu menyemangati,
8. Guru-guruku dari TK ABA Tanggul, SDN 6 Tanggul, SMPN 3Tanggul, dan SMAN 4 Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan, dan
9. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTO

Dan golongan kanan, alangkah mulianya golongan kanan itu. (Mereka) berada diantara pohon bidara yang tidak berduri, dan pohon pisang yang bersusun-susun buahnya).

(terjemahan Surat *Al-Waqi'ah* ayat 27-29)^{*)}

atau

Dari Abu Said Al-Khudri, Rasulullah saw. bersabda: “.. dan barangsiapa yang melatih dirinya untuk bersabar, maka Allah akan memberikan dia kesabaran, tidaklah seseorang diberikan sesuatu yg lebih baik dan lebih luas selain kesabaran”.

(Muttafaq ‘alaih diriwayatkan oleh Bukhari no. hadist :1469 dan Muslim no. hadist: 1053)^{**)}

atau

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil.^{***)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2006. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Surabaya: CV. Pustaka Agung Harapan.

^{**)} Kholik, I. 2015. Rasulullah dan Kesabaran Berdakwah. http://www.kompasiana.com/kholikihwanudin/rasulallah-dan-kesabaran-berdakwah_5517e33f813311ae689de6d7 [Diakses pada 30 Mei 2017]

^{***)} Joeniarto, 1967 dalam Mulyono, E. 1998. *Beberapa Permasalahan Implementasi Konvensi Keanekaragaman Hayati dalam Pengelolaan Taman Nasional Meru Betiri*. Tesis Magister Universitas Jember, tidak dipublikasikan.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Novila Santi Lovabyta

NIM : 131710101050

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Profil Zat Antioksidan Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca* var. bluggoe) pada Variasi Metode Pemasakan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali apabila dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan hasil karya plagiarisme. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Juni 2017

Yang menyatakan,

Novila Santi Lovabyta
NIM 131710101050

SKRIPSI

PROFIL ZAT ANTIOKSIDAN PISANG KEPOK KUNING (*Musa paradisiaca* var. *bluggoe*) PADA VARIASI METODE PEMASAKAN

Oleh

Novila Santi Lovabyta
NIM 131710101050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ahmad Nafi', S.TP., M.P.
NIP 197804032003121003

Riska Rian Fauziah, S.Pt., M.P., M.Sc.
NIP 1985092720122001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Profil Zat Antioksidan Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca* var. bluggoe) pada Variasi Metode Pemasakan” karya Novila Santi Lovabyta NIM 131710101050 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Rabu, 24 Mei 2017

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.
NIP 196411091989021002

Ir. Wiwik Siti Windrati, M.P.
NIP 195311211979032002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP 196809231994031009

RINGKASAN

Profil Zat Antioksidan Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca* var. *blugoe*) pada Variasi Metode Pemasakan; Novila Santi Lovabyta, 131710101050; 2017: 71 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pada tahun 2013, Indonesia menduduki posisi sebagai negara penghasil buah pisang terbesar ketujuh dunia. Jumlah pisang yang melimpah dapat menjadikannya sebagai sumber gizi, selain itu juga sumber antioksidan. Antioksidan berfungsi sebagai penetralisir radikal bebas yang dapat memicu timbulnya penyakit degeneratif. Jenis pisang yang mudah ditemui di Indonesia yaitu buah pisang kepok kuning. Pisang kepok kuning kaya akan zat antioksidan seperti karotenoid, flavonoid, polifenol, dan asam askorbat. Konsumsi pisang kepok kuning biasanya dengan cara dimasak terlebih dahulu, hal ini dapat menurunkan kandungan zat antioksidan yang penting bagi tubuh. Metode pemasakan yang digunakan untuk memasak pisang yaitu penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan. Pada setiap metode pemasakan memiliki pengaruh yang berbeda-beda pada zat antioksidan pisang kepok kuning, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengukur setiap zat antioksidan pada setiap metode pemasakan.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu pemasakan pisang kepok kuning kemudian dilanjutkan dengan analisis. Analisis yang dilakukan ada 6 macam yaitu total karotenoid, total flavonoid, total polifenol, dan aktivitas antioksidan (DPPH) ditentukan dengan metode spektrofotometri, total asam askorbat ditentukan dengan metode titrasi, dan kadar air menggunakan metode termogravimetri. Data yang didapatkan diolah dengan uji sidik ragam (ANOVA). Hasil berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%. Data diolah menggunakan *microsoft excel*, lalu untuk uji anova dan uji DMRT menggunakan *SPPS 15 (Statistical Product and Service Solutions)*.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan kontrol. Pada setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan dua kali pengulangan pengamatan. Faktor dalam penelitian ini adalah metode pemasakan. Metode pemasakan yang digunakan yaitu P0 (kontrol), P1 (penggorengan), P2 (pengukusan), P3 (pemanggangan), dan P4 (perebusan).

Hasil penelitian menunjukkan total karotenoid, flavonoid, polifenol, asam askorbat, dan aktivitas antioksidan yang tertinggi terdeteksi pada pisang kepok kuning dengan metode pengukusan, sedangkan yang terendah terdapat pada pisang kepok kuning dengan metode pemanggangan. Semua hasil perhitungan pada setiap pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) apabila dibandingkan dengan pisang kepok kuning segar sebagai kontrol. Metode pemasakan dengan waktu yang sama (30 menit) yang dapat mempertahankan setiap kandungan zat antioksidan dalam pisang kepok kuning adalah metode pengukusan. Pisang kepok kuning segar dan dengan metode pemasakan berupa penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan berturut-turut memiliki karotenoid sebesar 4,05; 2,85; 4,02; 2,61; dan 3,99 $\mu\text{g/g}$; flavonoid 6,30; 4,16; 6,16; 1,77; dan 3,03 mg QE/g; polifenol 11,64; 9,43; 11,48; 8,08; dan 9,12 mg GAE/g; asam askorbat 19,32; 8,48; 17,83; 4,05; dan 4,91 mg/100 g; dan aktivitas antioksidan 74,21; 22,16; 51,17; 10,03; dan 12,6 %.

SUMMARY

Profiles of Antioxidants and Antioxidantive Activities of Different Thermal Processed Yellow Cardava Banana (*Musa paradisiaca* var. bluggoe); Novila Santi Lovabyta, 131710101050; 2017: 71 pages; Agricultural Product Technology Department, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

In 2013, Indonesia occupied the position as world's seventh largest banana producing country. The abundance of bananas can make it a source of nutrition, as well as a source of antioxidants. Antioxidants act as neutralizing free radicals that can lead to degenerative diseases. Type of banana that easy to find in Indonesia is yellow cardava banana. It is a fruit that rich source of antioxidant such as carotenoid, flavonoid, polyphenol, and ascorbic acid. Consumption of yellow cardava banana is usually cooked in advance, but it can reduce the content of antioxidant substances that are important for the body. The method of cooking used for cooking banana are frying, steaming, roasting, and boiling. Cooking method has different influence on yellow banana antioxidants, research needs to be done to measure each antioxidant substances in each cooking method.

This research was conducted in two stages, first is cooking the yellow cardava banana then continued with the analysis. There were 6 types of analysis. There were total carotenoid, total flavonoid, total polyphenol, and antioxidant activity (DPPH) determined by spectrophotometric method, total ascorbic acid was determined by titration method, and water content using thermogravimetric method. The data obtained were processed by variance test (ANOVA). The differ results significantly followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% test level. Data is processed by using microsoft excel, then for anova test and DMRT test using SPSS 15 (Statistical Product and Service Solutions).

This research used the randomized complete block design with 4 kinds of treatment and one as control. The treatment need to be repeated 3 times and 2 repetitions for observations. The method of cooking was be the factor in this research. Cooking methods used are P0 (control), P1 (frying), P2 (steaming), P3 (roasting), dan P4 (boiling).

The highest of total carotenoid, flavonoid, polyphenol, ascorbic acid, and antioxidant activity were detected in yellow banana with steaming method, while the lowest was in yellow banana with roasting method. All analysis on each yellow banana with varying cooking methods showed significantly different results ($p < 0.05$) when compared with fresh yellow banana as control. The method of cooking at the same time for cooking that can retain every antioxidant substance in a yellow mason is a steaming method. Fresh yellow kepok banana and by cooking method in the form of frying, steaming, roasting, and boiling successively have carotenoids of 4.05; 2.85; 4.02; 2,61; and 3.99 $\mu\text{g/g}$; flavonoids 6.30; 4.16; 6.16; 1.77; and 3.03 mg QE/g; polyphenols 11,64; 9.43; 11.48; 8.08; and 9.12 mg GAE/g; ascorbic acid 19,32; 8.48; 17,83; 4.05; and 4.91 mg/100 g; and antioxidant activity 74,21; 22,16; 51,17; 10.03; and 12.6 %.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas seluruh rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang judul “Profil Zat Antioksidan Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca* var. bluggoe) pada Variasi Metode Pemasakan”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan akademik pada program S1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan. Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
3. Ahmad Nafi', S.TP., M.P., selaku Ketua Program Studi S1 Teknologi Hasil Pertanian sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan, bantuan, dan semangat yang luar biasa demi selesainya penulisan skripsi ini,
4. Riska Rian Fauziah, S.Pt, M.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, bantuan, perhatian dan dukungan baik dalam penyusunan skripsi maupun selama proses perkuliahan,
5. Dr. Bambang Herry Puromo, S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
6. segenap Dosen pengajar Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah mendidik dan membagikan ilmu semasa kuliah,
7. Bapak M. Santoso dan Ibu Wahyu Ekawati, S.Pd., M.Pd., yang selalu memberikan kasih sayang tanpa batas, doa, perhatian, dan dukungan apapun,
8. Kedua kakak, kedua adik, Nenek, dan keluarga besar Pai yang selalu mendoakan, memberi semangat, memotivasi, dan dukungan,
9. Prayogi Kasih Arthur, S.TP., dengan tulus selalu ada disaat suka dan duka,

10. semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Penulis sangat mengharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Demikian skripsi ini penulis buat dan semoga dapat memberikan manfaat bagi penulis dan dapat menambah wawasan pembaca pada umumnya.

Jember, 13 Juni 2017

Penulis



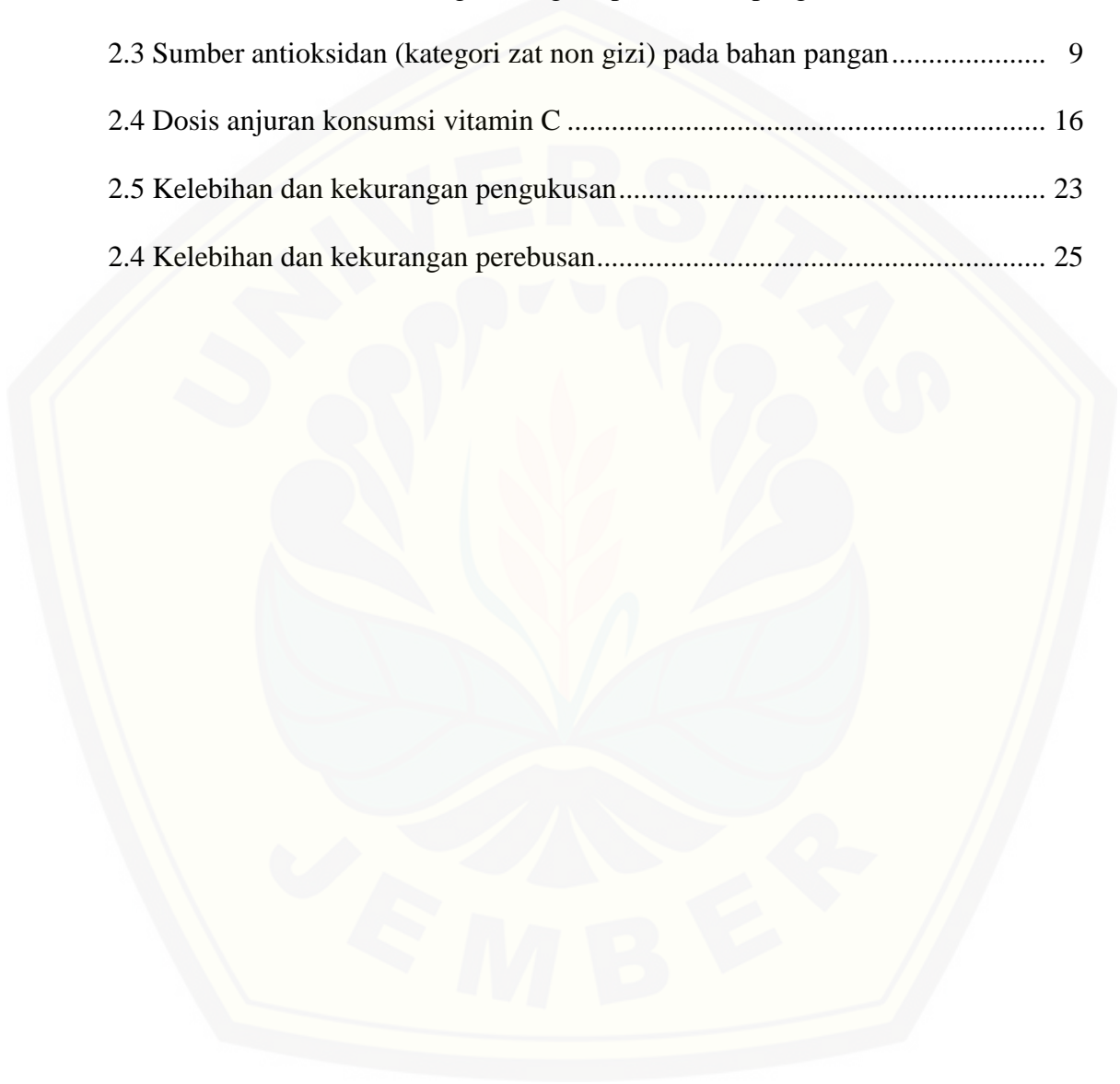
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN/ SUMMARY	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pisang Kepok Kuning (<i>Musa paradisiaca</i> var. <i>bluggoe</i>)	4
2.2 Antioksidan	7
2.2.1 Karotenoid	10
2.2.2 Flavonoid	12
2.2.3 Polifenol	13
2.2.4 Asam askorbat	15
2.3 Aktivitas antioksidan	16
2.4 Metode Pemasakan	20
2.4.1 Penggorengan	20
2.4.2 Pengukusan	22
2.4.3 Pemanggang	23
2.4.4 Perebusan	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	26
3.2.1 Bahan Penelitian	26
3.2.2 Alat Penelitian	26
3.3 Pelaksanaan Penelitian	27

3.3.1 Rancangan Penelitian.....	27
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.4 Parameter Pengamatan.....	30
3.5 Prosedur Analisis	30
3.5.1 Kadar Air (Metode Termogravimetri)	30
3.5.2 Total Karotenoid (Metode Spektrofotometri).....	31
3.5.3 Total Flavonoid (Metode kolorimetri aluminium klorida)	31
3.5.4 Total Polifenol (Metode Follin-Ciocalteau)	32
3.5.5 Total Asam Askorbat (Metode Iodimetri)	33
3.5.5 Aktivitas Antioksidan	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Kadar Air.....	34
4.2 Total Karotenoid.....	35
4.3 Total Flavonoid	37
4.4 Total Polifenol	40
4.5 Total Asam Askorbat.....	42
4.6 Aktivitas Antioksidan	45
BAB 5. PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan gizi pisang dalam 100 g	7
2.2 Sumber antioksidan (kategori zat gizi) pada bahan pangan.....	9
2.3 Sumber antioksidan (kategori zat non gizi) pada bahan pangan.....	9
2.4 Dosis anjuran konsumsi vitamin C	16
2.5 Kelebihan dan kekurangan pengukusan.....	23
2.4 Kelebihan dan kekurangan perebusan.....	25



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Buah pisang kepok	5
2.2 7 taraf kematangan pisang.....	6
2.3 Struktur kimia β -karoten	11
2.4 Struktur kimia α -karoten	11
2.5 Struktur kimia asam askorbat.....	15
2.6 Mekanisme reaksi peroksidasi lipid	17
2.7 Reaksi inisiasi pada lipid.....	18
2.8 Reaksi propogasi pada lipid	18
2.9 Reaksi pembentukan lipid hidroperoksida	18
3.1 Penggorengan pisang kepok kuning.....	28
3.2 Pengukusan pisang kepok kuning	28
3.3 Pemanggangan pisang kepok kuning	29
3.4 Perebusan pisang kepok kuning	29
3.5 Alur penelitian.....	27
4.1 Kadar air (%) pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan.....	34
4.2 Total karotenoid ($\mu\text{g/g}$) (db) pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan.....	36
4.3 Total Flavonoid (mg QE/g) (db) pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan.....	38
4.4 Total polifenol (mg GAE/g) (db) pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan.....	41
4.5 Total asam askorbat (mg/100 g) (db) pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan	43

4.6 Aktivitas antioksidan (% RSA) pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan..... 45



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data Hasil Analisis	58
A.1 Kadar air	58
A.1.1 Hasil pengukuran kadar air	58
A.1.2 Uji anova kadar air	58
A.1.3 Uji <i>Duncan's New Multiple Range Test</i> kadar air.....	58
A.2 Total karotenoid	58
A.2.1 Hasil pengukuran kadar karotenoid.....	58
A.2.2 Uji anova kadar karotenoid	59
A.2.3 Uji <i>Duncan's New Multiple Range Test</i> kadar karotenoid.....	59
A.3 Total flavonoid	59
A.3.1 Hasil pengukuran kadar flavonoid	58
A.3.2 Uji anova kadar flavonoid	59
A.3.3 Uji <i>Duncan's New Multiple Range Test</i> kadar flavonoid	59
A.3.4 Kurva standar flavonoid (kuersetin).....	60
A.4 Total polifenol	60
A.4.1 Hasil pengukuran kadar polifenol	60
A.4.2 Uji anova kadar polifenol	61
A.4.3 Uji <i>Duncan's New Multiple Range Test</i> kadar polifenol	61
A.4.4 Kurva standar polifenol (asam galat)	61
A.5 Total asam askorbat	62
A.5.1 Hasil pengukuran kadar asam askorbat.....	62
A.5.2 Uji anova kadar asam askorbat.....	62
A.5.3 Uji <i>Duncan's New Multiple Range Test</i> kadar asam askorbat	62
A.6 Aktivitas antioksidan	62
A.6.1 Hasil pengukuran aktivitas antioksidan.....	62
A.6.2 Uji anova kadar aktivitas antioksidan	63
A.6.3 Uji <i>Duncan's New Multiple Range Test</i> aktivitas antioksidan.....	63
Lampiran B. Contoh Perhitungan	64
B.1 Kadar air	64
B.2 Total karotenoid.....	64
B.3 Total flavonoid	64
B.4 Total polifenol	65
B.5 Total asam askorbat.....	65
B.6 Aktivitas antioksidan	65

Lampiran C. Pembuatan Bahan Kimia	66
C.1 Bahan kimia pada analisis kadar karotenoid	66
C.2 Bahan kimia pada analisis kadar flavonoid	66
C.3 Bahan kimia pada analisis kadar polifenol	68
C.4 Bahan kimia pada analisis kadar asam askorbat	70
C.5 Bahan kimia pada analisis kadar aktivitas antioksidan	71



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan hasil pertanian seperti hortikultura sebagai bahan pangan. Tanaman hortikultura meliputi sayur-sayuran, buah-buahan, dan bunga-bunga (Siswadi, 2007). Salah satu produk hortikultura yang melimpah di Indonesia yaitu buah pisang. Tahun 2013, Indonesia menduduki posisi sebagai negara penghasil buah pisang terbesar ketujuh dunia (Furqon, 2013) yaitu produksi sebesar 6.279.279 ton. Pernyataan tersebut didukung dengan peningkatan produksi buah pisang secara nasional pada tahun 2010-2014 sebesar 8,5% (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2014).

Jumlah pisang yang melimpah dapat menjadikannya sebagai sumber gizi. Kandungan gizi pisang antarlain karbohidrat, protein, lemak, mineral dan vitamin, selain itu juga mengandung beberapa jenis antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang sangat penting bagi tubuh sebab berfungsi sebagai penetralisir radikal bebas dengan menyumbangkan elektronnya (Dwiari *et al.*, 2008). Radikal bebas merupakan senyawa yang tidak berpasangan sehingga bersifat tidak stabil dan sangat reaktif. Radikal bebas akan bereaksi dengan molekul disekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron. Radikal bebas dalam jumlah berlebih dapat bereaksi dengan molekul sel di dalam tubuh sehingga dapat merusak sel. Sel-sel yang rusak dapat mengakibatkan disfungsi organ dan memicu timbulnya penyakit degeneratif. Oleh karena itu diperlukan konsumsi bahan pangan yang mengandung senyawa antioksidan untuk mencegah penyakit tersebut (Kikuzaki *et al.*, 2002).

Senyawa antioksidan dalam pisang ada yang tergolong kedalam komponen gizi seperti asam askorbat dan β -karoten (pro-vitamin A), serta komponen non-gizi seperti senyawa polifenol dan flavonoid (Aurore *et al.*, 2009). Suryanto *et al.* (2011), menyatakan bahwa kandungan total antioksidan dari ekstrak pisang goroho (*Musa sapient sp.*) sebesar 1,83 mmol/100 g. Pada studi lain yang

dilakukan oleh Wall (2006), dilaporkan bahwa vitamin C Pisang Dwarf Brazil sebanyak 12,7 mg/100 g dan pisang Williams 4,5 mg/100 g. Pisang Dwarf Brazil juga memiliki 96,9 mg β -karoten/100 g dan 104,9 mg α -karoten/100 g, sedangkan pisang Williams mengandung 55,7 mg β -karoten/100 g dan 84,0 mg α -karoten/100 g.

Buah pisang dikonsumsi oleh masyarakat dengan cara dimakan langsung (segar) atau diolah dengan beberapa metode pengolahan suhu tinggi (Prabawati *et al.*, 2008). Menurut Koeswardhani (2006), pengolahan suhu tinggi yang umum dilakukan pada pisang yaitu penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan. Salah satu buah pisang yang sering dikonsumsi dengan cara diolah terlebih dahulu adalah pisang kepok kuning (Kasrina dan Zulaikha, 2013). Pengolahan suhu tinggi dapat menyebabkan perubahan sifat dan kualitas gizi dalam makanan termasuk antioksidan (Fellows, 2000).

Studi yang dilakukan oleh Domah-Aabmud *et al.* (1974), menemukan bahwa vitamin C yang hilang ketika proses penggorengan kentang lebih rendah daripada kentang yang direbus. Vitamin C (asam askorbat) terakumulasi menjadi *Dehydro-ascorbic Acid* (DAA) pada saat penggorengan dikarenakan menurunnya kadar air, sedangkan pada kentang rebus DAA terhidrolisis menjadi *2,3-diketoglukonic acid* sehingga tidak terdeteksi. Studi lain oleh Dewanto *et al.* (2002), menunjukkan bahwa tomat yang diolah dengan suhu tinggi (pada 88 °C selama 30 menit) kandungan vitamin C pada tomat tersebut menurun dari $0,76 \pm 0,03$ menjadi $0,54 \pm 0,02$ μmol vitamin C/g tomat.

Kerusakan zat antioksidan oleh proses pengolahan suhu tinggi (Fellows, 2000) diakibatkan oleh degradasi kimia dan fisik (Mulyati, 1994). Antioksidan memiliki struktur kimia dan stabilitas terhadap suhu tinggi yang berbeda-beda (Andarwulan dan Koswara, 1989). Kerusakan senyawa tersebut pada pisang kepok kuning akibat pengolahan suhu tinggi belum diketahui sejauhmana tingkat penurunannya. Perlu adanya penelitian untuk mengetahui pengaruh metode pemasakan terhadap zat antioksidan pisang kepok kuning yang meliputi karotenoid, flavonoid, polifenol, asam askorbat, dan aktivitas antioksidan.

1.2 Rumusan Masalah

Kandungan zat antioksidan buah pisang telah banyak diteliti, namun penelitian mengenai pengaruh metode pemasakan terhadap zat antioksidan pisang kepek kuning belum dilakukan. Menurut Fellows (2000), pengolahan suhu tinggi merupakan penyebab dari perubahan sifat dan kualitas gizi dalam makanan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai bagaimana profil zat antioksidan pisang kepek kuning (*Musa paradisiaca* var. *blugoe*) pada variasi metode pemasakan dengan mengukur kadar karotenoid, flavonoid, polifenol, asam askorbat, dan aktivitas antioksidan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perubahan kandungan karotenoid, flavonoid, polifenol dan asam askorbat pada pisang kepek kuning dengan metode pemasakan yang berbeda.
2. Mengetahui perubahan aktivitas antioksidan pisang kepek kuning dengan metode pemasakan yang berbeda.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat dan industri mengenai metode pemasakan terhadap tingkat kerusakan zat antioksidan seperti karotenoid, flavonoid, polifenol dan asam askorbat pada pisang kepek kuning, sehingga dapat diketahui metode pemasakan pisang yang dapat menjaga kandungan antioksidannya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* var. *bluggoe*)

Tanaman pisang merupakan tanaman tropis yang berasal dari kawasan Asia Tenggara. Di Indonesia, jumlah pisang sangat melimpah yaitu kurang lebih 230 jenis pisang. Penduduk Indonesia di berbagai daerah telah lama memanfaatkan buah pisang sebagai salah satu sumber pangan. Pada umumnya, pisang diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan suatu karakteristik yang khas dan memperpanjang umur simpannya, sebab pisang merupakan jenis buah-buahan yang tergolong sebagai buah klimakterik. Buah klimakterik tergolong kedalam buah yang masih melangsungkan proses fisiologi setelah dipanen dengan menghasilkan etilen dan karbon dioksida dalam jumlah yang meningkat drastis, serta terjadi proses pematangan buah (Wills *et al.*, 1999).

Menurut Koswara (2009), buah pisang berdasarkan cara penggunaannya dapat dibagi menjadi dua macam yakni sebagai berikut:

- a. *Banana* (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*), yaitu buah pisang yang langsung dapat dimakan setelah masak, contohnya antar lain pisang ambon, pisang raja sereh, pisang raja bulu, pisang susu dan pisang seribu
- b. *Plantain* (*Musa paradisiaca* forma *typica*), yaitu buah pisang yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dimakan, contohnya antara lain pisang kepok, pisang raja siam, dan pisang tanduk.

Pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* var. *bluggoe*) merupakan salah satu jenis pisang yang paling mudah ditemukan di Indonesia. Pisang kepok kuning juga termasuk kedalam pisang *plantain* (Desnilasari dan Lestari, 2014). Pisang *plantain* merupakan pisang yang hanya enak dimakan setelah diolah terlebih dahulu menjadi berbagai produk makanan. Pengolahan pisang yang umum diterapkan yaitu penggorengan, perebusan, pengukusan, dan pemanggangan (Prabawati *et al.*, 2008).

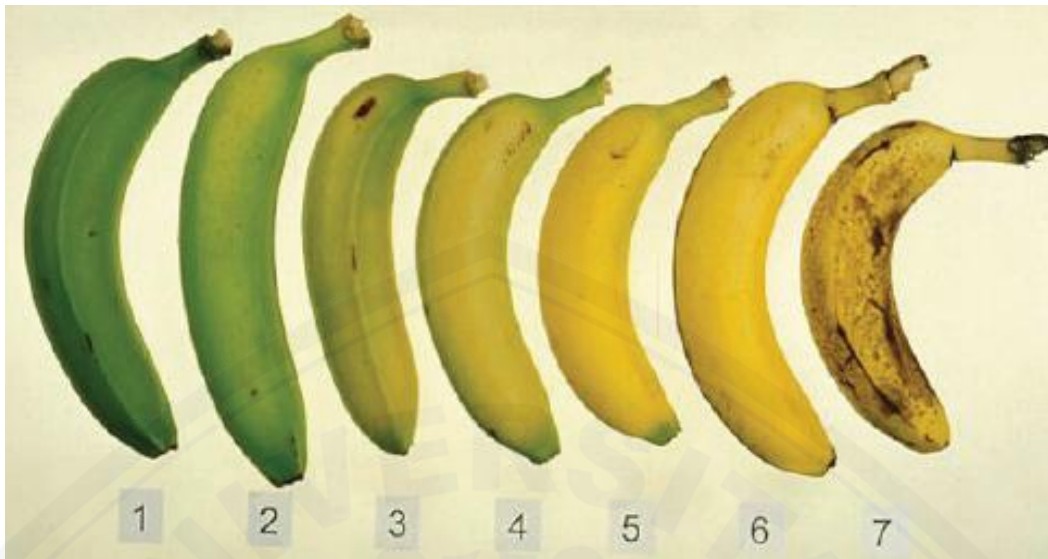


Gambar 2.1 Buah pisang kepok (Sumber: Prabawati *et al.*, 2008)

Klasifikasi tanaman pisang kepok kuning menurut Tjitrosoepomo (2005) adalah sebagai berikut:

Dunia	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Musales</i>
Famili	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>paradisiaca var. bluggoe</i>

Buah pisang memiliki kematangan dengan ciri-ciri tertentu. Penggolongan tingkat kematangan buah pisang dapat dilakukan dengan mengamati perubahan warna pada kulitnya. Buah pisang berdasarkan tingkat kematangannya dapat dibedakan menjadi 7 taraf (dapat dilihat pada Gambar 2.2).



Gambar 2.2 7 taraf kematangan pisang; (1) seluruh permukaan kulit berwarna hijau; (2) permukaan kulit berwarna hijau dan ada sedikit warna kuning ; (3) warna hijau lebih dominan; (4) warna kuning lebih dominan; (5) seluruh permukaan kulit berwarna kuning dan dibagian ujung berwarna hijau; (6) seluruhnya berwarna kuning; (7) berwarna kuning dan ada bercak coklat (Sumber: Prabawati *et al.*, 2008).

Kandungan gizi yang dimiliki buah pisang apabila dibandingkan dengan nasi menunjukkan nilai gizi yang lebih baik sebagai sumber kalori maupun dalam kandungan vitamin dan mineralnya. Dengan demikian pisang memiliki kemampuan untuk mengganti beras sebagai bahan makanan utama dalam rangka penganeka-ragaman menu untuk mengurangi impor beras di Indonesia. Kebutuhan penduduk Indonesia terhadap beras dapat dikurangi hingga 6-10% apabila penduduk mengalihkan sebagian jatah beras dalam menu mereka ke pisang (Koswara, 2009). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2015), setiap 100 g pisang kepok kuning memiliki kandungan air 65,54%, abu 0,72%, lemak 0,95%, protein 1,75%, karbohidrat 31,04%, serat kasar 1,14%, dan inulin 0,13%. Pisang secara keseluruhan memiliki kandungan gizi yang lengkap dan baik dengan rendahnya lemak dan menghasilkan energi total sebanyak 98 kalori setiap 100 g (Nio, 2012). Kandungan gizi pisang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan gizi pisang dalam 100 g

Kandungan	Energi	Jumlah
Berat yang dapat dimakan	%	66
Energi	kalori	98
Air	g	75
Karbohidrat	g	22,8
Lemak	g	0,2
Protein	g	1,2
Mineral	g	0,8
• Kalsium	mg	8
• Fosfor	mg	28
• Besi	mg	0,6
Vitamin C	mg	10
Vitamin B1 (<i>Thiamine</i>)	mg	0,04

Sumber: Nio (2012).

2.2 Antioksidan

Antioksidan adalah suatu senyawa kimia yang dapat mengurangi tingkat reaksi oksidasi yang melibatkan transfer elektron dari suatu senyawa ke agen pengoksidasi (Shi *et al.*, 2001). Menurut Dwiari *et al.* (2008), antioksidan adalah suatu senyawa kimia yang dapat menetralkan radikal bebas yang berasal dari proses oksidasi normal dalam tubuh maupun dari luar tubuh dengan cara menyumbangkan atom hidrogennya. Keberadaan radikal bebas dalam jumlah yang berlebih akan merusak sel-sel tubuh, sehingga dapat memicu timbulnya berbagai macam penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskular, kanker, dan artritis (Southon, 2000). Menurut Sayuti dan Yenrina (2015), antioksidan dapat diartikan sebagai senyawa fitokimia dan zat alami yang terdapat dalam tanaman yang memberikan cita rasa, aroma dan warna yang khas pada tanaman tersebut.

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Untuk mencapai kestabilan atom atau molekul, radikal bebas akan bereaksi dengan molekul disekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron. Reaksi ini akan berlangsung terus menerus dalam tubuh dan bila tidak dihentikan akan menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, katarak, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya. Tubuh memerlukan suatu substansi

penting yaitu antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas tersebut sehingga tidak dapat menginduksi suatu penyakit (Kikuzaki *et al.*, 2002).

Seiring dengan bertambahnya pengetahuan tentang aktivitas radikal bebas, maka penggunaan senyawa antioksidan semakin berkembang dengan baik untuk makanan maupun untuk pengobatan (Boer, 2000). Stres oksidatif merupakan keadaan yang tidak seimbang antara jumlah molekul radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh (Trilaksani, 2003). Senyawa antioksidan adalah suatu inhibitor yang dapat digunakan untuk menghambat autooksidasi (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Menurut Maulida dan Zulkarnaen (2011), senyawa antioksidan dapat di klasifikasikan dalam lima tipe antioksidan yaitu sebagai berikut.

1. *Primary antioxidants*, yaitu senyawa-senyawa fenol yang mampu memutus rantai reaksi pembentukan radikal bebas asam lemak. Dalam hal ini memberikan atom hidrogen yang berasal dari gugus hidroksi senyawa fenol sehingga terbentuk senyawa yang stabil. Senyawa antioksidan yang termasuk kelompok ini, misalnya BHA, BHT, PG, TBHQ, dan tokoferol;
2. *Oxygen scavengers*, yaitu senyawa-senyawa yang berperan sebagai pengikat oksigen sehingga tidak mendukung reaksi oksidasi. Dalam hal ini, senyawa tersebut akan mengadakan reaksi dengan oksigen yang berada dalam sistem sehingga jumlah oksigen akan berkurang. Contoh dari senyawa-senyawa kelompok ini adalah vitamin C, askorbilpalminat, asam eritorbat, dan sulfat;
3. *Secondary antioxidants*, yaitu senyawa-senyawa yang mempunyai kemampuan untuk berdekomposisi hidroperoksida menjadi produk akhir yang stabil. Tipe antioksidan ini pada umumnya digunakan untuk menstabilkan poliolefin resin. Contohnya, asam tiodipropionat dan dilauriltiopropionat;
4. *Antioxidative Enzyme*, yaitu enzim yang berperan mencegah terbentuknya radikal bebas. Contohnya glukose oksidase, *Superoksidase Dismutase* (SOD), glutation peroksidase, dan katalase; dan
5. *Chelators sequestrants*, yaitu senyawa-senyawa yang mampu mengikat logam seperti besidan tembaga yang mampu mengkatalis reaksi oksidasi lemak.

Senyawa yang termasuk didalamnya adalah asam sitrat, asam amino, *Ethylenediaminetetra Acetid Acid* (EDTA), dan fosfolipid.

Berdasarkan sumber perolehannya ada dua macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik, komponen zat gizi (dapat dilihat pada Tabel 2.2) atau non gizi (Tabel 2.3). Antioksidan alami merupakan antioksidan hasil ekstraksi bahan alami, sedangkan antioksidan buatan (sintetik) merupakan antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia (Kochhar dan Rossell, 1990). Bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, seperti rempah-rempah, coklat, biji-bijian, buah-buahan, sayur-sayuran seperti buah tomat, pepaya, jeruk dan sebagainya (Prakash, 2001). Beberapa contoh antioksidan sintetik yang diizinkan dan sering digunakan untuk makanan, yaitu butil hidroksi anisol (BHA), butil hidroksi toluen (BHT), propil galat, tetra-butyl hidoksi quinon (TBHQ) dan tokoferol (Rohdiana, 2001).

Tabel 2.2 Sumber antioksidan (kategori zat gizi) pada bahan pangan

Jenis Antioksidan	Contoh Bahan Pangan
Vitamin A dan Karotenoid	Mentega, margarin, buah-buahan berwarna kuning (pisang), sayur-sayuran hijau
Vitamin E	Biji bunga matahari, biji-bijian yang mengandung kadar minyak tinggi, kacang-kacangan, susu dan hasil olahan
Vitamin C (Asam Askorbat)	Buah-buahan segar (pisang, jeruk, kiwi, dan lain-lain), sayur-sayuran (sebagian rusak selama pemasakan), kentang.

Sumber: Belleville-Nabet (1996).

Tabel 2.3 Sumber antioksidan (kategori zat non gizi) pada bahan pangan

Jenis Antioksidan	Contoh Bahan Pangan
Senyawa Fenol:	
Tirosol, hidroksitirosol	Minyak zaitun
Vanilin, asam vanilat	Panili
Timol	Minyak atsiri dari <i>thyme</i>
Gingerol	Minyak jahe
Zingeron	Jahe
	senyawa polifenol banyak terdapat dalam sayur-sayuran daun
Flavonoid	
Tanin:	
Asam galat, Klorofil	Banyak terdapat dalam teh, sayuran dan buah-buahan sayur- sayuran (hijau) dan ganggang

Sumber: Belleville-Nabet (1996).

Adapun jenis-jenis senyawa zat warna alam yang terkandung dalam tumbuhan adalah klorofil (hijau) pada daun; karoten (kuning jingga) pada umbi dan daun; likopen (merah) pada bunga dan buah; flavon (kuning) pada bunga, akar dan kayu; antosianin (kuning kemerahan, merah lembayung) pada buah dan bunga; betalain (kuning merah) menyerupai antosianin atau flavonoid pada beet merah; xanton (kuning) pada buah mangga (Tranggono, 1990).

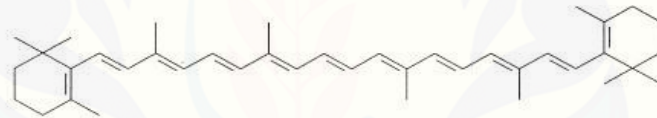
Buah pisang mengandung zat gizi antaralain karbohidrat, protein, lemak, mineral dan vitamin, selain itu juga mengandung beberapa jenis antioksidan. Menurut Wall (2006), pisang (*Musa sp.*) yang dipanen dari lokasi yang berbeda di seluruh Hawaii memiliki kandungan antioksidan seperti vitamin C (asam askorbat), provitamin A (β -karoten, α -karoten, β -cryptoxanthin). Pisang Dwarf Brazil memiliki vitamin C (12,7 mg/100 g) hampir tiga kali lebih banyak dari buah pisang Williams (4,5 mg/100 g). Pisang Dwarf Brazil memiliki 96,9 mg β -karoten/100 gram dan 104,9 mg α -karoten/100 g, sedangkan pisang Williams rata-rata 55,7 mg β -karoten/100 gram dan 84,0 mg α -karoten/100 gram.

Penelitian Yin *et al.* (2008) mengenai pengurangan stres oksidatif plasma manusia secara signifikan berkurang dan resistensi terhadap modifikasi oksidatif LDL (*Low Density Lipoprotein*) meningkat hanya setelah makan pisang. Efeknya mungkin karena kehadiran β -karoten, asam askorbat dan antioksidan lainnya dalam di pisang. Studi lain yang dilakukan oleh Vijayakumar *et al.* (2008), dilaporkan bahwa antioksidan dari flavonoid dari *M. Paradisiaca* dan diujikan pada tikus dapat merangsang kegiatan superoksida dismutase (SOD) dan katalase yang mungkin bertanggung jawab atas penurunan tingkat produk peroksidasi seperti malondialdehid, hidroperoksida dan diena-terkonjugasi.

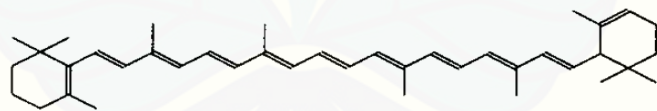
2.2.1 Karotenoid

Karotenoid merupakan pigmen warna kuning, merah dan jingga pada tumbuhan. Karotenoid dapat berfungsi sebagai prekursor vitamin A dan antioksidan alami (Wahyuni dan Widjanarko, 2015; Roddriguez-Amaya, 2001). Struktur molekul karotenoid termasuk rantai panjang dan memiliki ikatan ganda

yang dapat menjadikan mereka sebagai antioksidan (Giovannucci, 1999). Dewasa ini, sekitar 600 karotenoid telah diidentifikasi dalam sayuran dan buah (Rodriguez-Amaya dan Kimura, 2004). Karotenoid yang paling terkenal dan intensif dipelajari adalah β -karoten (Wang, 1994) yang merupakan prekursor vitamin A (Khachik *et al.*, 1995) dan mikronutrien untuk metabolisme tubuh (de Carvalho *et al.*, 2012). Menurut Astawan dan Kasih (2008), β -karoten mempunyai kemampuan sebagai antioksidan yang dapat berperan penting dalam menstabilkan radikal berinti karbon, sehingga mengurangi resiko terjadinya kanker. β -karoten juga dapat meningkatkan komunitas antarsel didalam tubuh sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh dan dapat mengurangi resiko terjadinya *stroke*. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas β -karoten yang dapat mencegah terjadinya plak atau timbunan kolesterol di dalam pembuluh darah. Struktur molekul β -karoten dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.3 Struktur kimia β -karoten (Sumber: Pokorny *et al.*, 2001)



Gambar 2.4 Struktur kimia α -karoten (Sumber: Rodriguez-Amaya, 2001)

Salah satu buah yang mengandung karotenoid yaitu buah pisang. Pisang secara umum memiliki kandungan karotenoid sebanyak 50,0 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (Gross, 1991). Ada beberapa jenis pisang yang kandungan karotenoidnya didominasi oleh β -karoten, salah satu contohnya yaitu pisang kepok kuning. Pisang jenis kepok kuning memiliki kandungan karotenoid, khususnya β -karoten sekitar 2,4 mg/100 g pisang kepok (Wahyuni, 2015). Pada studi lain yang dilakukan oleh Wall (2006), dilaporkan bahwa vitamin C Pisang Dwarf Brazil sebanyak 12,7 mg/100 g dan pisang Williams 4,5 mg/100 g. Pisang Dwarf Brazil juga memiliki 96,9 mg β -

karoten/100 g dan 104,9 mg α -karoten/100 g, sedangkan pisang Williams mengandung 55,7 mg β -karoten/100 g dan 84,0 mg α -karoten/100 g.

Karotenoid memiliki karakteristik yang tahan terhadap panas, namun dalam waktu dan suhu yang tertentu. Hal ini dapat terbukti dari penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni dan Widjanarko (2015), ekstraksi konvensional umumnya memakan waktu lama dan suhu tinggi yang dapat merusak karotenoid, sehingga diperlukan teknik ekstraksi yang lebih efisien, salah satunya dengan metode gelombang ultrasonik. Penerapan metode gelombang ultrasonik dapat menjaga kandungan karotenoid labu kuning yang mencapai 160 mg/100 g. Berdasarkan penelitian dari Boon *et al.* (2010), terdapat beberapa faktor yang dapat mengakibatkan karotenoid teroksidasi, diantaranya yaitu panas, cahaya, oksigen, asam, logam transisi, atau interaksi dengan spesies radikal.

2.2.2 Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok pigmen fenolat yang memberikan warna pada sayuran, buah-buahan, dan bunga, pigmen dalam bentuk heterosida glukosa atau rhamnosa. Pigmen ini berasal dari kondensasi tiga gugus karbon nomor 2 asam hidroksi sinamat atau turunannya, dan membentuk dua cincin fenolat A dan B yang dihubungkan oleh sebuah rantai dengan tiga atom karbon (maka disebut senyawa $C_6-C_3-C_6$) membentuk suatu kalkon. Apabila rantai C_3 berakhir pada OH fenol dari cincin A, diperoleh suatu senyawa heterosiklis teroksidasi. Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya. Sistem penomoran digunakan untuk membedakan posisi karbon di sekitar molekulnya (Cook dan Samman, 1996). Dikenal berbagai senyawa flavonoid yang tergantung pada derajat oksidasinya (antosianidin, flavonol, flavonon, berta flavononal) (Dwiari *et al.*, 2008).

Berbagai jenis senyawa, kandungan dan aktivitas antioksidan dari flavonoid sebagai salah satu kelompok antioksidan alami yang terdapat pada sereal, sayur-

sayuran dan buah. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida (mengandung rantai samping glukosa) atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon (Cuppett *et al.*, 1954).

Flavonoid merupakan salah satu senyawa antioksidan yang dapat menghambat penggumpalan keping-keping darah, merangsang produksi nitrit oksidan yang dapat melebarkan (relaksasi) pembuluh darah, dan juga menghambat pertumbuhan sel kanker (Winarsi, 2011). Flavonoid berfungsi meningkatkan kadar vitamin C dalam sel, menekan tingkat kerusakan pada pembuluh darah, melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas, dan mendukung kolagen pada persendian tubuh (Lau, 2009).

Menurut studi yang dilakukan oleh Dong *et al.* (2016), pisang adalah buah yang penting secara komersial, namun komposisi dan karakteristik flavonoidnya belum dipelajari dengan baik secara rinci. Dalam penelitian tersebut, metabolisme flavonoid diteliti pada pisang selama periode perkembangan buah. Pisang jenis 'xiangfen 1' merupakan sebuah plasma nutfah pisang yang kaya flavonoid, dipelajari dengan pisang jenis 'Brasil' berfungsi sebagai kontrol. Pada kedua varietas tersebut, flavonoid ditemukan dan utamanya dalam bentuk bebas larut dan kuersetin. Flavonoid bebas larut yang paling melimpah adalah sianidin-3-O-glukosida klorida, dan kuersetin yang ditemukan adalah flavonoid larut dan terkonjugasi (Dong *et al.*, 2016). Penelitian lain menemukan terdapat flavonoid jenis lainnya seperti leukosianidin, kuersetin, 3-O-galaktosida, 3-O-glukosida, dan 3-O-ramnosil glukosida) pada pisang yang belum matang (Lewis *et al.*, 1999).

2.2.3 Polifenol

Senyawa polifenol adalah semua senyawa yang memiliki struktur dasar berupa fenol. Fenol merupakan struktur yang terbentuk dari benzena tersubstitusi dengan gugus -OH. Gugus -OH yang terkandung merupakan aktivator yang kuat dalam reaksi substitusi aromatik elektrofilik (Sulistiono, 2010). Polifenol

umumnya banyak terkandung dalam kulit buah. Polifenol berperan melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas dengan cara mengikat radikal bebas sehingga mencegah proses peradangan pada sel tubuh. Sebagai antioksidan, polifenol tergolong antioksidan yang lebih tahan panas dibandingkan dengan antioksidan lain. Fenol dan flavonoid masih bersifat stabil atau tidak mengalami kerusakan sampai pada suhu 100 °C (Santoso, 2011).

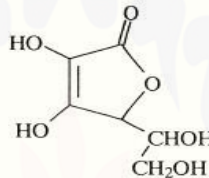
Polifenol dapat mengganggu peroksidasi lipid yang diinduksi oleh *reactive oxygen species* (ROS). Sebuah tubuh besar penelitian telah menunjukkan oksidatif yang modifikasi fraksi *low density lipoprotein* (LDL) yang terlibat dalam inisiasi arteriosklerosis. Beberapa polifenol diakui memiliki sifat antioksidan yang mungkin secara signifikan dapat mempengaruhi respon seluler untuk berbagai rangsangan, termasuk sitokin dan faktor pertumbuhan (Pokorny *et al.*, 2001). Polifenol dari hasil ekstrak teh hijau dapat merangsang ekspresi enzim detoksifikasi melalui elemen responsif antioksidan dalam hepatoma manusia pada garis sel Hep-G2 (Yu *et al.*, 1997).

Konsumsi diet dengan polifenol dikaitkan dengan resiko lebih rendah terhadap penyakit degeneratif. Secara khusus, perlindungan lipid dari oksidasi yang merupakan langkah besar dalam pengembangan arteriosklerosis. Baru-baru ini, jalan baru telah dieksplorasi dalam kapasitas polifenol untuk berinteraksi dengan potensi genetik manusia. Pemahaman tentang interaksi antara kelas heterogen dari senyawa dan respon seluler, karena baik untuk kemampuan mereka untuk saling mempengaruhi dalam jaringan antioksidan seluler atau langsung ke mempengaruhi ekspresi gen meningkat (Pokorny *et al.*, 2001).

Babu *et al.* (2012) menemukan berbagai jenis polifenol pada pisang. Penelitian yang dilakukan menggunakan alat HPLC. Berdasarkan hasil pengukuran secara kromatografi ditemukan beberapa jenis polifenol yaitu asam klorogenat (34,6 µg/g), kuersetin (32,3 µg/g), dan naringenin (8,9 µg/g). Polifenol lainnya seperti eugenol juga ditemukan dalam pisang (Yordi *et al.*, 2012). Berdasarkan penelitian dari Nge *et al.* (2016) mengenai wine pisang terdapat kandungan polifenol jenis naringin, kuersetin, dan rutin.

2.2.4 Asam askorbat

Vitamin C atau asam askorbat adalah suatu senyawa beratom karbon 6 yang dapat larut dalam air (Percival, 1998). Vitamin C mempunyai berat molekul 178 dengan rumus molekul $C_6H_8O_6$, dalam bentuk kristal tidak berwarna (Kumalaningsih, 2006). Vitamin C tidak stabil dalam larutan alkali, tetapi cukup stabil dalam larutan asam (Almatsier, 2009). Vitamin C banyak terdapat pada buah-buahan seperti jeruk, mangga, tomat, markisa, dan pisang. Menurut Ortega (2006), vitamin C terdapat dalam seluruh jaringan hidup dan dapat mempengaruhi reaksi oksidasi-reduksi dalam jaringan tersebut.



Gambar 2.5 Struktur kimia asam askorbat (Sumber: Pokorny *et al.*, 2001)

Vitamin C merupakan agen pereduksi dan antioksidan (Ge *et al.*, 2008) yang dapat mencegah senyawa-senyawa lain agar tidak teroksidasi dengan mendonorkan elektronnya (Ortega, 2006). Vitamin C tetap akan teroksidasi dalam proses antioksidasi tersebut, sehingga menghasilkan asam dehidroaskorbat. Radikal askorbil (suatu senyawa dengan elektron tidak berpasangan) serta asam dehidroaskorbat dapat tereduksi kembali menjadi asam askorbat dengan bantuan enzim 4-hidroksifenilpiruvat dioksigenase (Padayatty, 2003).

Asam askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidroaskorbat yang secara kimia sangat labil dan dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam L-diketogulonat yang tidak memiliki keaktifan sebagai vitamin C lagi (Buckle *et al.*, 1987). Vitamin C mudah rusak karena oksigen terutama bila terkena panas, paparan udara, enzim oksidase, serta katalis tembaga dan besi. Vitamin C akan rusak pada suhu sekitar 35 °C. Selama penyimpanan dalam keadaan beku pun terjadi kehilangan vitamin C. Makin tinggi suhu penyimpanan makin besar terjadinya kerusakan zat gizi. Dalam bahan pangan beku kehilangan yang lebih besar dijumpai terutama pada vitamin C daripada

vitamin yang lain. Ketika proses perebusan bayam, 50% dari total flavonoid dan 60% vitamin C terdapat dalam air rebusan (Lachman *et al.*, 2000). Studi yang dilakukan oleh Domah-Aabmud *et al.* (1974), menemukan bahwa vitamin C yang hilang ketika proses penggorengan kentang lebih rendah daripada kentang yang direbus. Vitamin C (asam askorbat) terakumulasi menjadi *Dehydro-ascorbic Acid* (DAA) pada saat penggorengan dikarenakan menurunnya kadar air, sedangkan pada kentang rebus DAA terhidrolisis menjadi *2,3-diketoglukonic acid* sehingga tidak terdeteksi.

Sumber utama vitamin C terdapat pada sayuran dan buah-buahan. Vitamin C selain sebagai zat antioksidan, juga dikenal sebagai senyawa utama tubuh yang dibutuhkan dalam berbagai proses penting, mulai dari pembuatan kolagen (protein berserat yang membentuk jaringan tulang), pengangkut lemak, pengangkut elektron dari berbagai reaksi enzimatik, pemacu gusi yang sehat, pengatur tingkat kolesterol, serta pemacu imunitas, untuk penyembuhan luka, meningkatkan fungsi otak, dan kofaktor enzim. Sebagai kofaktor enzim, vitamin C terlibat dengan sintesis kolagen, sintesis karnitin, mengkonversi dopamin ke noradrenalin, metabolisme kolesterol dan pembentukan asam empedu, metabolisme steroid dan metabolisme tirosin (Carr dan Frei, 1999). Kebutuhan vitamin C belum dapat ditentukan secara pasti, namun telah diketahui rata-rata pada manusia membutuhkan antara 45-75 mg/hari. Keadaan stres yang berkelanjutan dan terapi obat-obatan bisa meningkatkan kebutuhan vitamin C (Sayuti dan Yenrina, 2015).

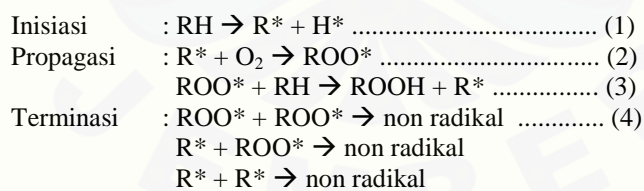
Tabel 2.4 Dosis anjuran konsumsi vitamin C

Age	Males (mg/day)	Females (mg/day)	Pregnancy (mg/day)	Lactation (mg/day)
0-6 month	40	40	-	-
7-12 month	50	50	-	-
1-3 years	15	15	-	-
4-8 years	25	25	-	-
9-13 years	45	45	-	-
14-18 years	75	65	80	115
19 years and Older	90	75	85	120
Smokers	Smokers require 35 mg/day more vitamin C than non-smokers			

Sumber: Pokorny *et al.* (2001).

2.3 Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan zat antioksidan untuk bisa meredam senyawa radikal bebas yang ada disekitarnya. Antioksidan cenderung bereaksi dengan radikal bebas terlebih dahulu dibandingkan dengan molekul yang lain karena antioksidan bersifat sangat mudah teroksidasi atau bersifat reduktor kuat dibanding dengan molekul yang lain. Jadi keefektifan antioksidan bergantung dari seberapa kuat daya oksidasinya dibanding dengan molekul yang lain. Semakin mudah teroksidasi maka semakin efektif antioksidan tersebut. Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kandungan lipid, konsentrasi antioksidan, suhu, tekanan oksigen, dan komponen kimia dari makanan secara umum seperti protein dan air. Proses penghambatan antioksidan berbeda-beda tergantung dari struktur kimia dan variasi mekanisme (Pokorny *et al.*, 2001). Mekanisme antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas secara umum menyerupai mekanisme penghambatan peroksidasi lipid (Ketaren, 1986). Peroksidasi lipid adalah kerusakan oksidatif dari minyak dan lemak yang mengandung ikatan karbon-karbon rangkap. Peroksidasi lipid terdiri dari tiga tahap utama yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. Proses peroksidasi dapat dihambat oleh beberapa jenis antioksidan seperti tokoferol, mannitol, dan format (Candra, 2008).

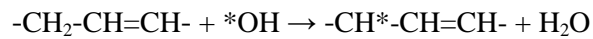


Gambar 2.6 Mekanisme reaksi peroksidasi lipid (Sumber: Maestri *et al.*, 2006)

1. Inisiasi

Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal asam lemak yaitu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat dari hilangnya satu atom hidrogen (reaksi 1). Radikal bebas mengambil hidrogen dari gugus metilen ($-CH_2-$) pada lemak dan menghasilkan asam lemak tidak jenuh yang bersifat radikal. Adanya ikatan rangkap membuat ikatan atom H pada atom

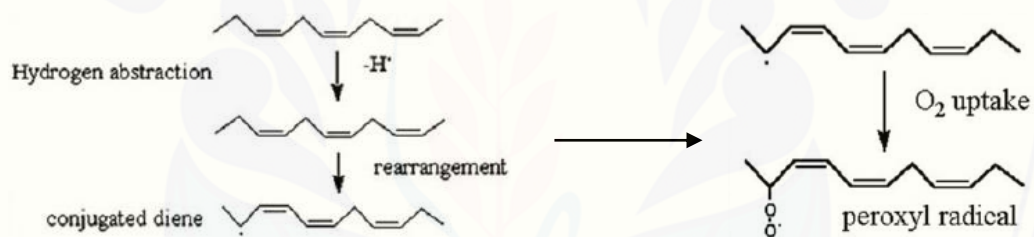
C yang berikatan dengan atom C berikatan rangkap menjadi lemah sehingga membuat H lebih mudah lepas (Gambar 2.7) (Candra, 2008).



Gambar 2.7 Reaksi inisiasi pada lipid (Sumber: Candra, 2008)

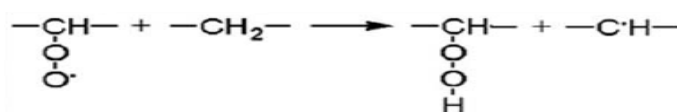
2. Propagasi

Pada tahap propagasi, radikal karbon menjadi stabil setelah terjadi pengaturan molekular rantai asam lemak menjadi diene konjugat. Reaksi ini terjadi terutama bila terdapat tembaga atau besi, sehingga menyebabkan terjadinya reaksi rantai autokatalisis. Pada kondisi aerobik, diene dapat berkombinasi membentuk radikal peroksi atau ROO^{\cdot} (Gambar 2.8) (Candra, 2008).



Gambar 2.8 Reaksi propagasi pada lipid (Sumber: Candra, 2008)

Pada tahap ini pula, radikal peroksi dapat menarik H dari molekul lipid yang lain. Radikal peroksil tersebut berkombinasi dengan H membentuk lipid hidroperoksida (dapat dilihat pada Gambar 2.9). Hidroperoksida yang terbentuk bersifat tidak stabil dan akan tergradasi lebih lanjut menghasilkan senyawa-senyawa karbonil rantai pendek seperti aldehida dan keton yang bertanggung jawab atas flavor makanan berlemak. Tanpa adanya antioksidan, reaksi oksidasi lemak akan mengalami terminasi melalui reaksi antar radikal bebas membentuk ikatan yang kompleks non radikal (reaksi 4) (Candra, 2008).



Gambar 2.9 Reaksi pembentukan lipid hidroperoksida (Sumber: Candra, 2008)

3. Terminasi

Tahap terminasi merupakan tahap akhir dari proses peroksidasi lipid. Pada tahap ini pembentukan hidroperoksida menjadi terhenti, yang dicapai apabila radikal peroksi bereaksi dengan antioksidan tertentu seperti α -tocopherol. Selebihnya radikal bebas lipid (R^*) dapat beraksi dengan peroksida lipid (ROO^*) membentuk senyawa yang tidak dapat diinisiasi atau dipropagasi karena telah membentuk senyawa dimer yang stabil ($ROOR$) atau dua molekul peroksida saling berikatan membentuk turunan yang terhidroksilasi (ROH).

Aktivitas antioksidan pada suatu bahan pangan dapat diuji menggunakan beberapa metode. Metode pengujian tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan. Golongan pertama adalah *Hydrogen Atom Transfer Methods* (HAT), misalnya *Oxygen Radical Absorbance Capacity Method* (ORAC), dan *Lipid Peroxidation Inhibition Capacity Assay* (LPIC). Golongan kedua adalah *Electron Transfer Methods* (ET), misalnya *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) dan *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH) *Free Radical Scavenging Assay*. Golongan ketiga adalah metode lain seperti *Total Oxidant Scavenging Capacity* (TOSC) dan *Chemiluminescence* (Badarinath *et al.*, 2010).

Metode DPPH (*1,1 diphenyl-2-picrylhidrazyl*) merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan. Keunggulan dari metode DPPH yaitu cara pengukuran antioksidan yang sederhana, cepat dan tidak membutuhkan banyak reagen (Molyneux, 2004; Badarinath *et al.*, 2010). Metode *scavenging* terhadap DPPH memberikan informasi reaktivitas senyawa yang diuji dengan suatu radikal stabil. DPPH memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 515-517 nm dengan warna violet gelap. Penangkap radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan penghilangan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil (Sunarni, 2005).

Antioksidan dapat menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan atom hidrogennya. Ketika elektronnya menjadi berpasangan oleh keberadaan penangkap radikal bebas, maka absorbansinya menurun secara stokiometri sesuai jumlah elektron yang diambil (Prakash *et al.*, 2007). Apabila terjadi penurunan absorbansi, salah satu faktanya dikarenakan adanya penambahan elektron dari

senyawa antioksidan pada elektron yang tidak berpasangan pada gugus nitrogen dalam struktur senyawa DPPH. Larutan DPPH berwarna ungu. Intensitas warna ungu akan menurun ketika radikal DPPH tersebut berikatan dengan hidrogen. Semakin kuat aktivitas antioksidan sampel maka akan semakin besar penurunan intensitas warna ungunya (Osawa, 1981). Reaksi yang cepat dari radikal DPPH terjadi dengan beberapa fenol, misalnya α -tokoferol, tetapi reaksi sekunder lambat menyebabkan penurunan absorbansi yang progresif, sehingga keadaan *steady state* tidak akan dicapai untuk beberapa jam (Pokorny *et al.*, 2001).

2.4 Metode Pemasakan

Pengolahan suhu tinggi artinya mengolah pangan dengan menggunakan pemanasan diatas suhu ruang. Penerapan pengolahan suhu tinggi harus mempelajari bagaimana proses perpindahan panas dari bahan maupun pengambilan panas dari dalam bahan untuk mengetahui proses pengolahan dengan baik dan benar (Dwiari *et al.*, 2008). Pengolahan suhu tinggi atau pemasakan dengan melibatkan panas merupakan salah satu proses pengolahan pangan banyak dilakukan dalam skala rumah tangga (Williams, 1979). Apabila ditinjau dari suhu dan media penghantar panas yang digunakan dalam metode pemasakan dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu sebagai berikut.

2.4.1 Penggorengan

Penggorengan adalah proses termal yang menggunakan minyak sebagai media penghantar panas (Dwiari *et al.*, 2008; Koeswardhani, 2006). Menurut Sartika (2009), menggoreng adalah salah satu cara memasak bahan makanan mentah (*raw food*) menjadi makanan matang menggunakan minyak goreng. Suhu minyak yang digunakan berkisar antara 150-190 °C. Berdasarkan caranya, proses menggoreng dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu *shallow frying* dan *deep frying*. Menggoreng cara *deep frying* membutuhkan minyak dalam jumlah banyak sehingga bahan makanan dapat terendam seluruhnya di dalam minyak, sedangkan cara *shallow frying* membutuhkan minyak hingga bahan makanan terendam sebagian (Fellows, 2000).

Penggorengan digunakan untuk mengubah kualitas pada suatu makanan. Penggorengan dapat memberikan memperpanjang umur simpan dengan cara menghancurkan mikroorganisme dan enzim secara termal, dan menurunkan aktivitas air di permukaan makanan (atau seluruh makanan, jika digoreng dengan irisan tipis). Masa simpan makanan yang digoreng ini sebagian besar ditentukan oleh kadar air setelah dilakukan penggorengan. Makanan dengan sengaja digoreng tidak sampai kering (misalnya produk donat, ikan dan unggas yang juga dilapisi tepung roti) memiliki masa simpan yang relatif singkat, karena kelembaban dan minyak bermigrasi selama penyimpanan. Makanan yang digoreng hingga kering, misalnya keripik kentang yang memiliki umur simpan hingga 12 bulan pada suhu kamar. Masa penyimpanan tersebut didukung dengan penggunaan bahan kemasan dan kondisi penyimpanan yang benar (Fellows, 2000).

Mekanisme yang terjadi pada saat penggorengan, ketika makanan diletakkan di minyak panas, suhu permukaan makanan menjadi naik dengan cepat dan kandungan air di permukaan makanan menguap. Permukaan makanan kemudian mulai mengering dengan cara yang sama dengan yang saat memanggang. Suhu permukaan makanan kemudian naik ke minyak panas dan suhu di dalam makanan juga naik namun lebih lambat menuju 100°C. Proses evaporasi kemudian bergerak di dalam makanan dan lama-kelamaan kerak terbentuk. Kerak memiliki struktur permukaan yang berpori yang terdiri dari kapiler dengan ukuran berbeda. Selama penggorengan, air dan uap air dikeluarkan dari kapiler tersebut. Pembentukan kerak yang cepat sangat bermanfaat sehingga bisa memberi kelembaban ke makanan tapi juga dapat membatasi laju perpindahan panas ke bagian dalam makanan. Makanan yang dikeringkan dengan penggorengan diproses pada suhu yang lebih rendah sehingga menyebabkan penguapan bergerak lebih dalam pada makanan sebelum kerak terbentuk. Makanan tersebut dikeringkan sebelum terjadi perubahan yang berlebihan pada permukaan warna atau rasa. (Fellows, 2000).

Makanan yang kelembaban bagian dalamnya dipertahankan dilakukan dengan cara digoreng sampai pusat termal sudah cukup memadai untuk menghancurkan mikroorganisme yang mengkontaminasi dan untuk mengubah

sifat organoleptik sampai batas yang diinginkan. Hal ini sangat penting untuk mengkonsumsi produk daging (seperti sosis atau burger) atau makanan lain yang mampu menunjang pertumbuhan bakteri patogen. Suhu yang digunakan untuk penggorengan sebagian besar ditentukan oleh pertimbangan ekonomi dan karakteristik produk. Pada suhu tinggi (180-200°C), waktu pemrosesannya dikurangi, namun, suhu tinggi juga menyebabkan dipercepatnya oksidasi minyak dan pembentukan asam lemak bebas, yang dapat mengubah viskositas, rasa dan warna minyak. Hal ini dapat meningkatkan frekuensi penggantian minyak sehingga biaya yang diperlukan juga meningkat (Fellows, 2000).

2.4.2 Pengukusan

Pengukusan atau *steam blanching* adalah perlakuan panas yang dilakukan dengan uap panas yang dihasilkan dari air mendidih. Pengukusan bertujuan untuk menginaktivkan enzim dan membunuh mikroba patogen yang ada dalam buah maupun sayuran segar (Williams, 1979). Pengukusan dimaksudkan agar reaksi yang tidak dikehendaki dapat dicegah, misalnya *browning* enzimatis. Pencegahan terjadinya *browning* enzimatis dengan cara menginaktivasi enzim polifenol-oksidasase yang ada didalam buah atau sayur pada suhu minimal 60 °C (Dwiari *et al.*, 2008). Menurut Sudrajad (2004), pengukusan dilakukan dengan suhu kurang dari 100 °C selama kurang lebih 30 menit. Waktu yang digunakan ketika *steam blanching* bermacam-macam, hal ini bergantung pada jenis buah atau sayur, ukuran, suhu, dan metode pemasakan yang digunakan (Fellows, 2000).

Panas yang diterima oleh makanan selama pengukusan tidak menyebabkan beberapa perubahan pada sensori dan kualitas gizi sebanyak metode pemasakan lainnya. Pengukusan juga berguna untuk memperbaiki warna dari bahan pangan. Mekanisme pengukusan dalam memperbaiki warna pada bahan pangan yaitu dengan cara menghilangkan udara dan debu di permukaanya, sehingga mengubah panjang gelombang cahaya yang dipantulkan. Waktu dan suhu pengukusan juga dapat mempengaruhi perubahan pigmen makanan. Secara umum, kombinasi suhu dan waktu yang digunakan untuk blansing berfungsi untuk inaktivasi enzim yang

memadai namun mencegah pelunakan dan hilangnya rasa dalam bahan pangan secara berlebihan (Fellows, 2000). Penggunaan pengukusan sebagai metode pemasakan memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dan kekurangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kelebihan dan kekurangan pengukusan

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Hilangnya zat yang larut air dalam bahan pangan lebih sedikit, • Volume limbah lebih kecil (air banyak yang menguap), • Pendinginan bahan pangan (hingga suhu ruang) lebih murah (cukup dianginkan), • Mudah dibersihkan dan disterilkan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan pangan harus dicuci terlebih dahulu (terkena uap air saja tidak cukup membuat bahan pangan bersih), • Tumpukan bahan pangan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kematangan yang tidak rata, • Kehilangan beberapa zat dalam bahan pangan.

Sumber: Fellows (2000).

2.4.3 Pemanggangan

Pemanggangan, atau pemasakan dengan cara kering menggunakan media penghantar panas berupa udara panas (Dwiari *et al.*, 2008). Tujuan memanggang adalah mengubah sifat sensoris makanan, untuk memperbaiki palatabilitas, dan untuk memperluas jangkauan selera, aroma dan tekstur pada makanan yang dihasilkan. Pada saat pemanggangan juga terjadi penghancuran enzim dan mikroorganisme serta menurunkan Aktivitas air dari makanan sampai batas tertentu sehingga dapat memperpanjang umur simpan makanan (Fellows, 2000).

Pemanggangan meliputi reaksi bersama antara transfer panas dan transfer massa dimana energi panas dipindahkan ke dalam bahan pangan melalui permukaan pemanas dan udara di dalam oven, kemudian kandungan air (massa) dipindahkan dari bahan pangan ke udara di sekelilingnya. Hal yang perlu diperhatikan ketika memanggang adalah konduksi panas yang melalui loyang. Perbedaan suhu di dasar makanan dapat meningkatkan waktu untuk memanggang, sehingga loyang juga harus dipanaskan ketika oven dipanaskan. Faktor lain yang mempengaruhi waktu pemanggangan adalah ukuran potongan makanan karena

menentukan jarak yang dilalui oleh panas untuk melakukan perjalanan hingga ke pusat makanan (Fellows, 2000).

Ketika makanan didalam oven panas, RH yang rendah dalam oven menciptakan gradien tekanan uap air yang menyebabkan air pada permukaan makanan menguap. Hilangnya kandungan air pada makanan ditentukan oleh sifat makanan, pergerakan udara dalam oven dan laju perpindahan panas. Ketika laju kehilangan kelembaban dari permukaan melebihi laju gerakan dari interior, maka zona penguapan bergerak dalam makanan dan menyebabkan permukaan mengering, suhu naik (110-240 °C) dan kerak terbentuk (Fellows, 2000).

2.4.4 Perebusan

Perebusan atau *water blanching* adalah proses pemasakan dalam air mendidih (100 °C). Ciri air yang sedang mendidih yaitu air akan menggelembung besar dan memecah diatas permukaan (*quick bubbling*). Air berlaku sebagai media penghantar panas pada metode pemasakan ini. Jumlah air harus lebih banyak dari pada jumlah bahan makanan yang dimasak (Williams, 1979).

Perebusan juga tergolong kedalam metode *blanching* seperti pengukusan, letak perbedaannya adalah media penghantar panas pada perebusan berupa air panas (*hot water*), sedangkan pada pengukusan berupa uap panas (*steam*). Mekanisme yang terjadi ketika perebusan mirip dengan pengukusan, bedanya pada perebusan air mengenai bahan pangan secara langsung sedangkan pada pengukusan sudah berubah menjadi uap panas (*steam*) yang suhunya lebih rendah daripada air mendidih pada perebusan (Fellows, 2000).

Rendemen dan retensi nutrisi pada bahan pangan ketika dilakukan perebusan memiliki hasil yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dikarenakan karakteristik setiap bahan pangan berbeda-beda pula, selain itu juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan metode preparasi (misalnya mengiris dan pengelupasan dapat meningkatkan kerugian akibat berkurangnya komponen gizi maupun non gizi pada bahan pangan). Penggantian air sebagai media penghantar panas tidak mempengaruhi kualitas produk namun secara substansial dapat

mengurangi volume efluen yang dihasilkan. Hal lain yang perlu diperhatikan selain karakteristik bahan pangan dan preparasi sebelum pemasakan yaitu perlu dipastikan penerapan higienis. Higienis diterapkan untuk produk dan peralatan dengan mencegah kontaminasi bakteri ketika proses pendinginan setelah proses perebusan. Penggunaan perebusan sebagai metode pemasakan memiliki kelebihan dan kekurangan (Fellows, 2000). Kelebihan dan kekurangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.6 Kelebihan dan kekurangan perebusan

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none">• Menurunkan biaya untuk peralatan blanser,• Mensterilkan bahan pangan dari beberapa mikroba yang mati pada suhu 100 °C.	<ul style="list-style-type: none">• Menggunakan air yang lebih banyak (bahan pangan harus terendam air seluruhnya),• Volume limbah lebih besar (air perebusan idealnya hanya untuk satu kali pemakaian),• Kehilangan zat yang larut air sangat tinggi,• Ada resiko kontaminasi bakteri termofilik.

Sumber: Fellows (2000).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Januari hingga April 2017.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan penelitian

Bahan utama yang akan digunakan adalah pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* var. *bluggoe*) dengan tingkat kematangan ke-4 dan dalam satu tandan yang diperoleh dari Kabupaten Jember. Bahan kimia yang digunakan (Sigma dan Merck) adalah aquades, KOH, NaNO₂, AlCl₃, NaOH, Na₂CO₃, KI, KIO₃, H₂SO₄, kuersetin, asam galat, Follin Ciocalteau, amilum, vitamin C, etanol 90%, n-hexane, dan DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Bahan pendukung terdiri atas minyak goreng (minyak kelapa sawit) Sania dan tepung pisang goreng instan Sasa, margarin forvita, kertas tisu, dan aluminum foil.

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sentrifuge* dan tabung, spektrofotometer Thermo ScientificTM Genesys 10S UV-Vis dan kuvet, vortex Thermolyne Maxi mix 16700, *food processor* Vienta, neraca analitik Ohaus Pioneer PA-214, *stirrer magnetic* dan batang magnet, termometer alkohol Yenaco dan Bi-Metal Wika TI.30 Stainless Steel 304, oven National dan Memmert alat-alat gelas (Pyrex dan Duran), *pi-pump*, klem dan statis, *stopwatch*, panci *stainless steel*, penggorengan, dandang, spatula kayu, sendok, baskom, pisau *stainless steel* dan peniris.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

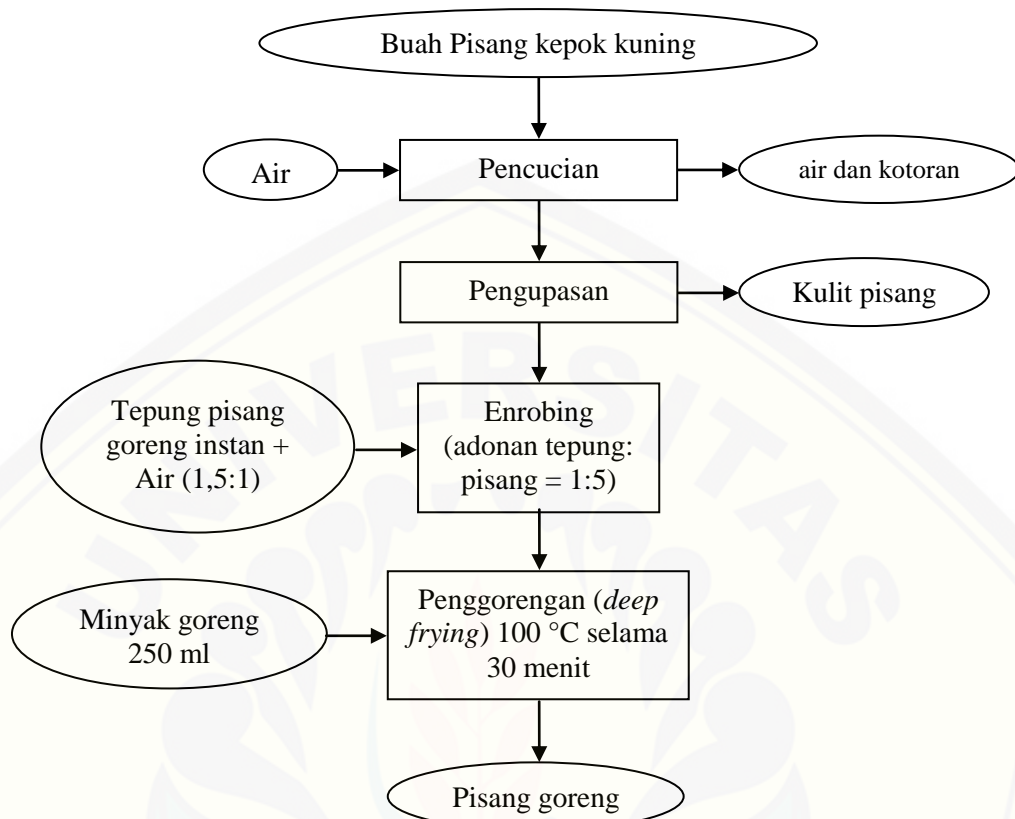
3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan kontrol. Pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan 3 kali dan dua kali pengulangan pengamatan (duplo). Perlakuan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

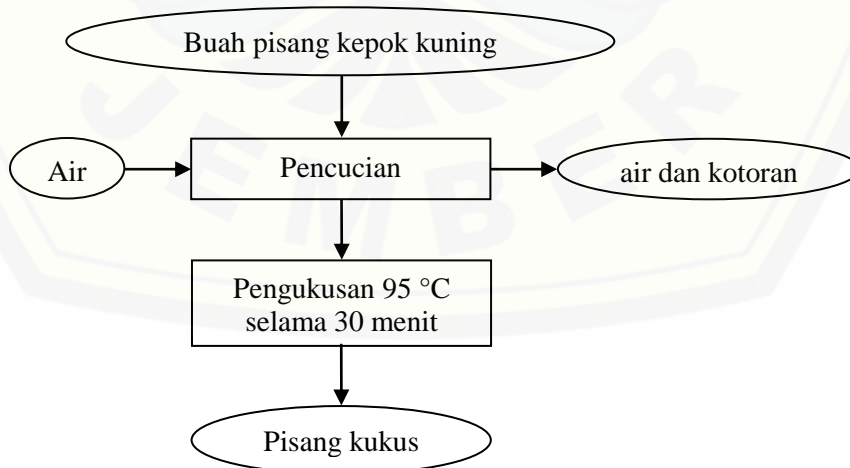
- P0 = buah pisang kepok kuning segar (kontrol)
- P1 = buah pisang kepok kuning goreng dengan minyak goreng
- P2 = buah pisang kepok kuning kukus dengan uap air panas
- P3 = buah pisang kepok kuning panggang dengan udara panas
- P4 = buah pisang kepok kuning rebus dengan air panas

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

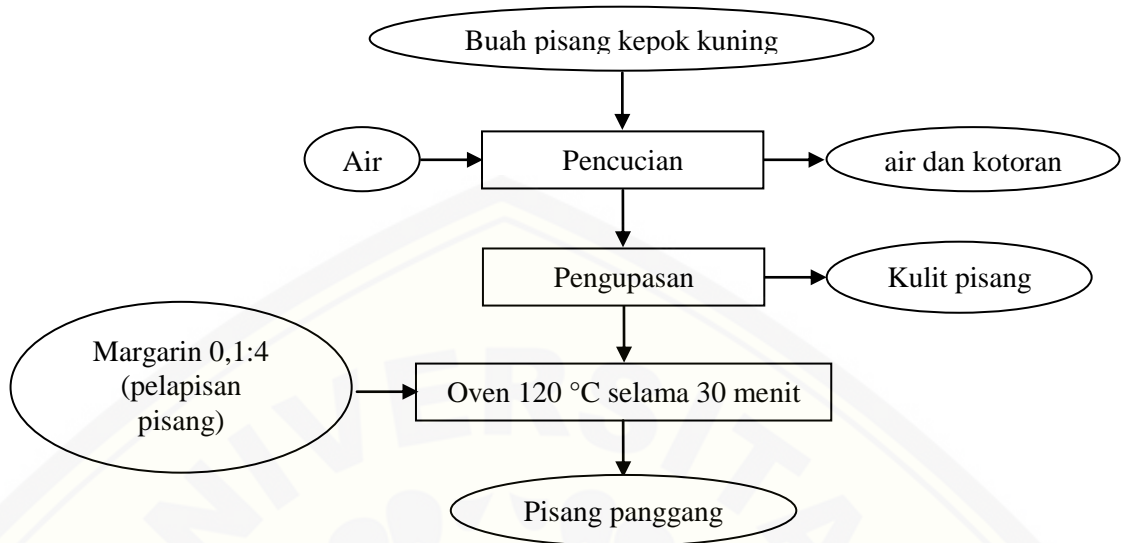
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang terdiri dari 2 tahap penelitian. Tahap pertama yaitu pembuatan pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan dan tahap kedua yaitu melakukan analisis kadar air, kadar karotenoid, kadar flavonoid, kadar polifenol, kadar asam askorbat, dan aktivitas antioksidan. Penelitian pertama dilakukan untuk mendapatkan pisang kepok kuning dengan askorbat berbagai metode pemasakan. Metode pemasakan yang digunakan adalah penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan. Setiap pemasakan tersebut menggunakan waktu yang sama yaitu 30 menit. Letak perbedaan dari setiap pemasakan adalah media penghantar panas dan suhu yang digunakan. Suhu yang digunakan pada pemasakan penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan berturut-turut sebesar 100, 95, 120, dan 100 °C. Media penghantar panas yang digunakan pada setiap pemasakan yaitu minyak goreng pada penggorengan, uap air pada pengukusan, udara pada pemanggangan, dan air pada perebusan. Diagram alir dari pemasakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1, 3.2, 3.3, dan 3.4.



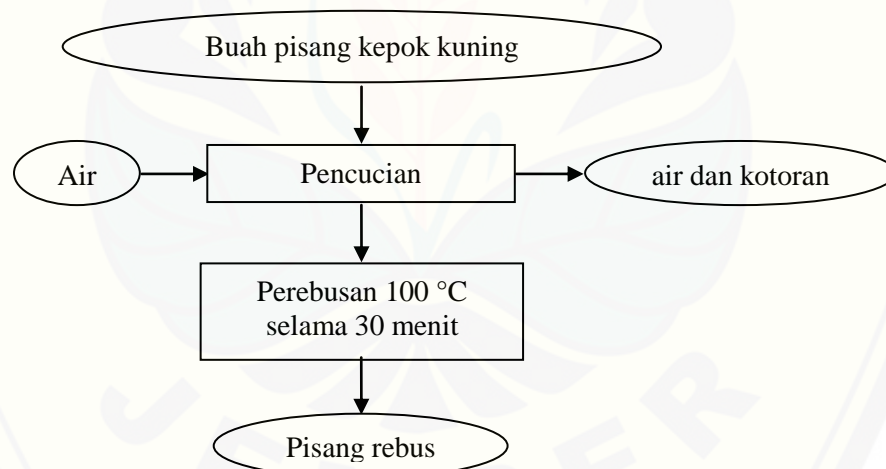
Gambar 3.1 Penggorengan pisang kepok kuning (Fellows, 2000 dengan modifikasi)



Gambar 3.2 Pengukusan pisang kepok kuning (Tang *et al.*, 2015 dengan modifikasi)



Gambar 3.3 Pemangangan pisang kepok kuning (Tang *et al.*, 2015 dengan modifikasi)



Gambar 3.4 Perebusan pisang kepok kuning (Tang *et al.*, 2015 dengan modifikasi)

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati untuk zat antioksidan pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* var. *bluggoe*) pada variasi metode pemasakan yaitu sebagai berikut.

1. Kadar Air (Metode Termogravimetri, Puwastien *et al.*, 2011),
2. Total Karotenoid (Metode Spektrofotometri, Tang *et al.*, 2015),
3. Total Flavonoid (Metode kolorimetri aluminium klorida, Fatemeh *et al.*, 2012),
4. Total Polifenol (Metode Follin-Ciocalteau, Fatemeh *et al.*, 2012)
5. Total Asam Askorbat (Metode Iodimetri, Yebio *et al.*, 2015), dan
6. Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH, Nithiyantham *et al.*, 2012).

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Kadar Air (Metode Termogravimetri)

Penentuan kadar air dalam bahan dilakukan untuk mengkonversi zat-zat antioksidan pada pisang kepok kuning dengan variasi metode pemasakan menjadi *dry basis* atau berdasarkan berat kering. Kadar air dalam bahan ditentukan berdasarkan metode termogravimetri menurut prosedur dari Puwastien *et al.* (2011) dengan modifikasi. Botol timbang dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama 60 menit. Botol timbang tersebut diletakkan dalam desikator 15 menit lalu ditimbang sebagai a gram. Sampel yang telah dihaluskan diletakkan dalam botol timbang sebanyak 2 gram dan dicatat sebagai b gram. Botol timbang dan sampel tersebut lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105 °C selama 6 jam. Setelah 6 jam, botol timbang dan sampel diletakkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang beratnya. Botol timbang dan sampel diletakkan kembali ke dalam oven selama 30 menit, lalu didinginkan dan ditimbang kembali. Perlakuan ini diulang hingga botol timbang dan sampel mencapai berat yang konstan (selisih penimbangan kurang dari 0,0002 gram) dan dicatat sebagai c gram. Total kandungan air dalam bahan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{botol timbang + sampel (g)} - \text{botol timbang + sampel setelah dioven (g)}}{\text{botol timbang + sampel (g)} - \text{botol timbang kosong (g)}} \times 100\%$$

3.5.2 Total Karotenoid (Metode Spektrofotometri)

Total karotenoid diukur dengan spektrofotometer dengan mengikuti prosedur penelitian Tang *et al.* (2015) dengan modifikasi. Sampel yang telah dihaluskan sebanyak 0,5 g sampel dalam tabung reaksi ditambahkan dalam 5 ml etanol 90% dan 0,5 ml KOH 80%, kemudian divortex selama 1 menit dan dipanaskan dengan suhu 85 °C selama 10 menit. Campuran tersebut kemudian didinginkan dengan segera dalam air es hingga mencapai suhu kamar. Tabung tersebut disimpan dalam tempat gelap selama 30 menit dan divortex setiap 10 menit. Campuran tersebut kemudian ditambahkan 3 ml aquades dan 3 ml n-Hexane lalu divortex kembali selama 1 menit. Campuran tersebut kemudian dilakukan sentrifus selama 5 menit dengan kecepatan 7500 rpm. Lapisan atas mengandung semua pigmen kuning dan lapisan air menjadi berwarna pucat biru-hijau. Lapisan atas diukur absorbansinya pada panjang gelombang 450 dan 503 nm. 450 nm merupakan panjang gelombang maksimum untuk karoten namun mendekati panjang gelombang minimum bagi likopen, sedangkan 503 nm sebaliknya. 4,642 dan 3,091 merupakan konsentrasi pigmen yang tidak dikromatografi untuk karoten dan likopen. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan n-hexane. Penghitungan kadar karotenoid ($\mu\text{g/mL}$) menggunakan persamaan secara simultan dari Lime *et al.* (1957) dengan menghitung pigmen sebagai karoten dan likopen sebagai berikut:

$$\text{Karotenoid } (\mu\text{g/mL}) = (4,642 \times A_{450}) - (3,091 \times A_{503})$$

3.5.3 Total Flavonoid (Metode kolorimetri aluminium klorida)

Total flavonoid dari buah pisang ditentukan dengan metode kolorimetri aluminium klorida mengikuti prosedur dari Fatemeh *et al.* (2012) dengan modifikasi. 1 ml ekstrak pisang yang mengandung 1 g/100 ml bahan ditempatkan pada tabung reaksi yang telah berisi 5 ml aquades. Selanjutnya, ditambahkan 0,3 ml NaNO_2 5% dan divortex. Setelah 5 menit, ditambahkan 0,6 ml AlCl_3 10% dan divortex kembali. Setelah 5 menit, 2 ml larutan NaOH 1 M ditambahkan dan ditera dengan aquades hingga volume mencapai 10 ml. Campuran dikocok dengan

vortex dan diukur absorbansinya pada 510 nm menggunakan spektrofotometer. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan aquades. Kurva standar dibuat dengan menggunakan larutan standar kuersetin dalam kisaran 10-100 ppm. Kurva standar dibuat untuk menghasilkan suatu persamaan $y = ax + b$, dimana a dan b merupakan angka yang tertera pada persamaan sedangkan y merupakan hasil absorbansi dan x merupakan total flavonoid. Total flavonoid dapat diketahui dengan memasukkan hasil absorbansi dalam persamaan tersebut (contoh perhitungan dapat dilihat pada halaman lampiran). Hasil perhitungan total flavonoid dinyatakan sebagai mg *quercetin equivalents* (QE)/100 g bahan (wb).

3.5.4 Total Polifenol (Metode Follin-Ciocalteu)

Total polifenol dari buah pisang diukur berdasarkan prosedur penelitian yang dilakukan oleh Fatemeh *et al.* (2012) menggunakan metode Folin-Ciocalteu's *Phenol Reagent* (FCR) dengan modifikasi. Sampel sebanyak 50 mg dilarutkan dalam 7,5 ml aquades dan ditambahkan 0,5 ml Folin-Ciocalteu (1:1 dengan aquades). Campuran tersebut divortex kemudian disimpan pada suhu kamar dan gelap selama 10 menit, kemudian ditambahkan 1,5 ml Na_2CO_3 20% dan dipanaskan pada 40 °C selama 20 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 765 nm. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan aquades. Total polifenol dihitung menggunakan kurva standar asam galat dalam kisaran 10-100 ppm. Kurva standar dibuat untuk menghasilkan suatu persamaan $y = ax + b$, dimana a dan b merupakan angka yang tertera pada persamaan sedangkan y merupakan hasil absorbansi dan x merupakan total polifenol. Total polifenol dapat diketahui dengan memasukkan hasil absorbansi dalam persamaan (contoh perhitungan dapat dilihat pada halaman lampiran). Total polifenol dinyatakan sebagai mg *gallic acid equivalents* (GAE)/100 g bahan (wb).

3.5.5 Total Asam Askorbat (Metode Iodimetri)

Total asam askorbat atau vitamin C diukur dengan metode iodimetri

berdasarkan prosedur penelitian yang dilakukan oleh Yebio *et al.* (2015) dengan modifikasi. Pembuatan larutan iod dilakukan dengan cara melarutkan 5 g KI dan 0,268 g KIO₃ dalam 200 ml aquades. Campuran tersebut kemudian ditambahkan 30 ml H₂SO₄ 3 M dan ditera dengan aquades hingga volume 500 ml.

Sampel yang telah dihaluskan sebanyak 25 g dimasukkan dalam labu ukur 50 ml dan ditera dengan aquades. Campuran tersebut distirer selama 5 menit, kemudian disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Filtrat sebanyak 25 ml ditambahkan 2 ml amilum 1%. Titrasi dilakukan menggunakan larutan iod. Untuk mengetahui kadar vitamin C, perlu mengukur volume titrasi larutan vitamin C standar yang dibuat dengan melarutkan 0,25 g Vitamin C dalam 100 ml aquades dan ditera hingga 250 ml. Penghitungan total asam askorbat (mg/g) menggunakan persamaan (contoh perhitungan dapat dilihat pada halaman lampiran) sebagai berikut:

$$\text{Asam askorbat (mg/g)} = \text{Volume Titrasi sampel} \times \frac{\text{Konsentrasi larutan Vitamin C standar}}{\text{Volume Titrasi larutan Vitamin C standar}}$$

3.5.6 Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*))

Aktivitas antioksidan dalam bahan dianalisis berdasarkan kemampuan menangkap radikal bebas (*Radical Scavenging Activity*) DPPH menurut metode Nithiyantham *et al.*, (2012) dengan modifikasi. Bahan yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 0,5 g dalam tabung reaksi dan ditambahkan etanol 90% sebanyak 4,5 ml. Campuran bahan dan pelarut tersebut kemudian dikocok selama 5 menit, kemudian dilakukan sentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Filtrat yang didapatkan kemudian diambil 0,1 ml dan ditambah 3,9 ml larutan DPPH (0,025 g/L etanol). Campuran tersebut divortex 1 menit dan didiamkan selama 60 menit pada suhu kamar dan gelap. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 515 nm. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan etanol 90%. Perhitungan daya tangkap radikal bebas yang dinyatakan dalam % RSA (*Radical Scavenging Activity*) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ RSA} = (\text{Absorbansi Blanko} - \text{Absorbansi Sampel}) / \text{Absorbansi Blanko} \times 100\%$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian profil zat antioksidan pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* var. *bluggoe*) pada variasi metode pemasakan dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pisang kepok kuning segar dan dengan metode pemasakan berupa penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan berturut-turut memiliki karotenoid sebesar 4,05; 2,85; 4,02; 2,61; dan 3,99 $\mu\text{g/g}$; flavonoid 6,30; 4,16; 6,16; 1,77; dan 3,03 mg QE/g; polifenol 11,64; 9,43; 11,48; 8,08; dan 9,12 mg GAE/g; dan asam askorbat 19,32; 8,48; 17,83; 4,05; dan 4,91 mg/100 g;
2. Aktivitas antioksidan pisang kepok kuning segar dan dengan metode pemasakan berupa penggorengan, pengukusan, pemanggangan, dan perebusan berturut-turut sebesar 74,21%; 22,16%; 51,17%; 10,03%; dan 12,6%.

5.2 Saran

Diperlukan pengujian lebih lanjut terhadap profil zat karotenoid, flavonoid, polifenol, dan asam askorbat menggunakan alat yang lebih canggih seperti HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dan penelitian mengenai pengaruh metode pemasakan terhadap zat fungsional lainnya pada pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Andarwulan, N. dan S. Koswara. 1989. *Kimia Vitamin*. Jakarta: Rajawali Press.
- Astawan, M. dan A. L. Kasih. 2008. *Khasiat Warna-Warni Makanan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Aurore, G., B. Parfait, dan L. Fahrasmane. 2009. Bananas, Raw Materials for Making Processed Food Products. *Trends in Food Science and Technology*, 20 (2009) 78-91.
- Babu, M. A., M. A. Suriyakala, dan K. M. Gothandam. 2012. Varietal Impact on Phytochemical Contents and Antioxidant Properties of *Musa acuminata* (Banana). *Pharm. Sci. and Res.*, Vol.4 (10), 2012, 1950 – 1955.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2014. Produksi Pisang Menurut Provinsi. www.bps.go.id [Diakses Pada 21 april 2016].
- Badarinath, A. V., K. M. Rao, A. M. S. Chetty, S. Ramkanth, T. V. S. Rajan, dan K. Gnanaprakash. 2010. A Review on In-vitro Antioxidant Methods: Comparisons, Correlations, and Considerations. *International Journal of PharmTech Research*, 2010: 1276-1285.
- Belleville-Nabet, F. 1996. Zat Gizi Antioksidan Penangkal Senyawa Radikal dalam Sistem Biologis. *Prosiding Simposium Senyawa Radikal dan Sistem Pangan: Reaksi Biomolekuler, Dampak Terhadap Kesehatan dan Penangkalan*. Eds: Zakaria, F. R., et al. Bogor: Pusat Studi Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Boer, Y. 2000. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Kandis (*Garcinia parvifolia* Miq). *Jurnal Matematika dan IPA*, 1 (1): 26-33.
- Boon, C. S., D. J. McClements, J. Weiss, dan E. A. Decker. Factors Influencing The Chemical Stability of Carotenoids in Foods. *Food Science and Nutrition*, 50 (6): 515-532.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Penerjemah; Purnomo, Hari dan Adiono. Jakarta. UI-Press. Terjemahan dari: *Food Science*. pp. 365.
- Candra, K. P. 2008. *Kerusakan Oksidatif (Peroksidasi) Minyak dan Lemak*. Samarinda: Universitas Mulawarman Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.

- Carr, A. C. dan B. Frei. 1999. Toward A New Recommended Dietary Allowance for Vitamin C Based on Antioxidant and Health Effects in Humans. *Am J Clin Nutr.*, 1999; 69: 1086-1107.
- Chang, C. C., M. H. Yang, H. M. Wen, dan J. C. Chern. 2002. Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182.
- Cook, N. C. dan S. Samman. 1996. Review Flavonoids-Chemistry, Metabolism, Cardioprotective Effect, and Dietary Sources. *J Nutr Biochem.*, (7): 66-76.
- Cumming, D. B., R. Stark, dan K. A. Sanford. 1981. The Effect of an Individual Quick Blanching Method on Ascorbic Acid Retention in Selected Vegetables. *J. Food Process Preserv.* 5, 31-37.
- Cuppett, S., M. Schrepf, dan C. Hall. 1954. *Natural Antioxidant – Are They Reality*. Dalam Foreidoon Shahidi: Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effect and Applications, AOCS Press, Champaign, Illinois: 12-24.
- de Carvalho, L. M. J., P. B. Gomes, R. L. D. O. Godoy, S. Pacheco, P. H. F. D. Monte, J. L. V. D. Carvalho, M. R. Nutti, A. C. L. Neves, A. C. R. A. Vieira, dan S. R. R. Ramos. 2012. Total Carotenoid Content, α -Carotene and β - Carotene, of Landrace Pumpkins (*Cucurbita moschata Duch*): A Preliminary Study. *Food Research International*, 47 (2012) 337-340.
- Desmiaty, Y., J. Ratnawati, dan P. Andini. 2009. Penentuan Jumlah Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Buah Merah (*Pandanus conoideus lamk.*) secara Kolorimetri Komplementer. *Seminar Nasional POKJANAS TOI XXXVI*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 13-14 Mei 2009.
- Desnilasari, D. dan N. Lestari. 2014. Formulasi Minuman Sinbiotik dengan Penambahan *Puree* Pisang Ambon (*Musa paradisiaca var. sapientum*) dan Inulin Menggunakan Inokulum *Lactobacillus casei*. *Agritech.*, 2014; 34 (3): 257-265.
- Dewanto, V., X. Wu, K. A. Adom, R. H. dan Liu. 2002. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50, 3010-3014.
- Domah-Aabmud, A. M. B., J. Davidek, dan J. Velisek. 1974. Changes of L-Ascorbic and L-Dehydroascorbic Acid During Cooking and Frying of Potatoes. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 154, 272.
- Dong, C., H. Hu, Y. Hu, dan J. Xie. 2016. Metabolism of Flavonoids in Novel Banana Germplasm during Fruit Development. *Front Plant Sci.* 2016, 7: 1291.
- Dwiari, S. R., D. D. Asadayanti, Nurhayati, M. Sofyaningsih, S. F. A. R.

- Yudhanti, dan I. B. K. W. Yoga. 2008. *Teknologi Pangan (JILID 2) Untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Fatemeh, S. R., R. Saifullah, F. M. A. Abbas, dan M. E. Azhar. 2012. Total Phenolics, Flavonoids and Antioxidant Activity of Banana Pulp and Peel Flours: Influence of Variety and Stage of Ripeness. *International Food Research Journal*, 19 (3): 1041-1046 (2012).
- Fellows, P. J. 2000. *Food Processing Technology*. Second Edition. New York Washington DC-Boca Raton Boston: CRC Press.
- Furqon. 2013. The Banana Group: Kembangkan Kualitas Buah Lokal. https://www.itb.ac.id/news/itb_berita_3870.pdf [Diakses Pada 8 Mei 2016].
- Ge, M., A. O'Reilly, N. Baillie, G. Twentyman, J. Sturt, M. Fitzpatrick, dan T. Taylor. 2008. Vitamin C: Evidence, Application, and Comentary. *Original Scientific Paper* (NZFP 2008; 35: 312–318).
- Giovanucci, E. 1999. Tomatoes, Tomato-based Products, Lycopene, and Cancer: Review of The Epidemiologic Literature. *J. Natl Cancer Inst.*, 1999, 91, 317– 31.
- Pokorny, J., N. Yanishlieve, dan M. Gordon. 2001. *Antioxidants in Food*. New York: CRC Press.
- Gross, J. 1991. *Pigments in Vegetables (Chlorophylls and Carotenoids)*. New York: Van Nostrand Reinhold 7 pp. 75.
- International Union of Food Science and Technology. 2010. Effects of Processing and Storage on Micronutrients and Bioactive Compounds. <http://www.iufost.org/iufostftp/Effects%20of%20Processing%20and%20Storage.doc> [Diakses Pada 24 Maret 2017].
- Jeong, S. M., S. Y. Kim, D. R. Kim, S. C. Jo, K. C. Nam, D. U. Ahn, dan S. C. Lee. 2004. Effect of Heat Treatment on The Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 3389-3393.
- Kasrina dan A. Zulaikha. 2013. Pisang Buah (*Musa Spp*): Keragaman dan Etnobotaninya Pada Masyarakat di Desa Sri Kuncoro Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah. *Prosiding Semirata Fakultas MIPA Universitas Lampung 2013*. Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press, pp. 120-126.

- Khachik, F., G. R. Beecher, dan J. C. Jr. Smith. 1995. Lutein, Lycopene, and Their Oxidative Metabolites in Chemoprevention of Cancer. *J Cell Biochem Suppl*, 1995, 22, 236–46.
- Kikuzaki, H., M. Hisamoto, K. Hirose, K. Akiyama, dan H. Taniguchi. 2002. Antioxidants Properties of Ferulic Acid and Its Related Compound. *J. Agric. Food Chem* 2002, 50: 2161-2168.
- Kochhar, S. P. dan J. B. Rossell. 1990. *Detection, Estimation, and Evaluation of Antioxidant in Food System*. London: Elsevier Applied Science.
- Koeswardhani, M. M. 2006. *Materi Pokok Pengantar Teknologi Pangan: 1-6/PANG4212/2 SKS*. Cetakan Pertama. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Koswara, S. 2009. Teknologi Tepat Guna Pengolahan Singkong, Pisang, dan Talas. www.Ebookpangan.com [Diakses Pada 11 Oktober 2016].
- Kumalaningsih, S. 2006. *Antioksidan Alami*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Lachman, J., M. Orsák, K. Hamouz, dan V. Pivec. 2000. Changes of Natural Antioxidants– Ascorbic Acid, Polyphenols and Anthocyanins in Apples, Potatoes and Plant Berries During Their Storage. *Czech J. Food Sci.*, 2000 18 (Spec.) 179–81.
- Lau, E. 2009. *Healty Express Super Sehat dalam 2 Minggu*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Lee, S. C., S. M. Jeong, S. Y. Kim, K. C. Nam, dan D. U. Ahn. 2005. Effect of Far-Infrared Irradiation on The Antioxidant Activity of Defatted Sesame Meal Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 1495-1498.
- Lewis, D.L., W. D. Field, dan G. P. Shaw. 1999. A Natural Flavonoid Present in Unripe Plantain Banana Pulp (*Musa sapientum* L. var. *paradisiaca*) Protects The Gastric Mucosa from Aspirin-Induced Erosions. *J. Ethnopharmacol.* 1999; 65: 283-288.
- Lime, B. J., F. P. Griffiths, R. T. O'Connor, D. C. Heinzelman, dan E. R. McCall. 1957. Spectrophotometric methods for determining pigmentation – beta-carotene and lycopene in ruby red grapefruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5 (12), 941–944.
- Maestri, D. M., V. Nepote, A. L. Lamarque, dan J. A. Zygadlo. *Natural Products as Antioxidants*. Phytochemistry: Advances in Research. India: Research Signpost.
- Maulida, D. dan N. Zulkarnaen. 2011. “Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, n-Heksana, Aseton, dan Etanol”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.

- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol.*, 2004, 26 (2): 211-219.
- Mulyati, N. D. 1994. "Mempelajari Pengaruh Metode Pemasakan terhadap Stabilitas Karoten pada Beberapa Sayuran Hijau". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: IPB jurusan Gizi Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga.
- Nge, S. T., M. Martosupono, L. Senobroto, dan F. F. Karwu. 2016. Kadar dan Identifikasi Senyawa Polifenol Pada Wine Terbuat dari Campuran Buah Ekstrak Delima dan Pisang. *Jurnal Penelitian Gizi dan Makanan*, Vol. 39 No. 1 (2016).
- Nio, O. K. 2012. *Daftar Analisis Bahan Makanan*. Cetakan Keenam. Jakarta: Universitas Indonesia-Balai Penerbit Fakultas Kedokteran.
- Nithiyantham, S., S. Selvakumar, dan P. Siddhuraju. 2012. Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Two Different Solvent Extracts from Raw and Processed Legumes, *Cicer arietinum L.* and *Pisum sativum L.* *Journal of Food Composition and Analysis*, 27 (2012) 52–60.
- Ortega, R. M. 2006. Importance of Functional Foods in The Mediterranean Diet. *Public Health Nutr.*, 9 (8A): 1136-1140.
- Osawa, T. dan M. A. Namiki. 1981. A Novel Type of Antioxidant Isolated from Leaf Wax of Eucalyptus Leaves. *Agric. Biol. Chem.*, 45: 735-739.
- Padayatty, S. J. 2003. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12569111 [Diakses Pada 30 Mei 2016].
- Percival, M. 1998. *Antioxidants*. Advanced Nutrition Publications, Inc., Revised 1998, Clinical Nutrition Insights.
- Pokorny, J., N. Yanishlieva, dan M. Gordon. 2001. *Antioxidant in Food*. New York Washington DC-Boca Raton Boston: CRC Press.
- Pontis, J. A., L. A. M. A. da Costa, S. J. R. da Silva, dan A. Flach. 2014. Color, Phenolic and Flavonoid Content, and Antioxidant Activity of Honey from Roraima-Brazil. *Food Sci. Technol*, 34 (1): 69-73.
- Popova, M., V. Bankova, D. Butovska, V. Petkov, B. N. Damyanova, A. G. Sabatini, G. L. Marcazzan, dan S. Bogdanov. 2004. Validated Methods for The Quantification of Biologically Active Constituents of Poplar-Type Propolis. *Phytochemical Analysis*, 15, 235-240.
- Prabawati, S., Suyanti, dan D. A. Setyabudi. 2008. *Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan: Buah Pisang*. Penyunting Wisnu Broto. Jakarta: Balai

Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Indonesia.

- Prakash, A. 2001. Antioxidant Activity., Medallion Laboratories: *Analithcal Progress*, 2001, Vol. 19 No : 2. 1–4.
- Prakash, A., F. Rigelhof, dan E. Miller. 2007. Antioxidant Activity. <http://www.medallionlabs.com> [Diakses Pada 21 April 2016].
- Puwastien, P., T. E. Siong, J. Kantasubrata, G. Craven, R. R. Feliciano, dan K. Judprasong. 2011. *Asean Manual of Food Analysis*. Cetakan Pertama. Thailand: Mahidol University-Institute of Nutrition.
- Radianti, M. A. 2005. “Studi tentang Pembuatan Minuman Fungsional Tomat-Kayu Manis”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Robbins, R. J. 2003. Phenolic Acids in Foods: an Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 2866-2887.
- Rodriguez-Amaya, D. B. 2001. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. Washington DC: ILSI PRESS International Life Sciences Institute One Thomas Circle, N.W.
- Rodriguez-Amaya, D. B. dan M. Kimura. 2004. *Handbook for Carotenoid Analysis*. Harvest Plus Technical Monograph 2. Washington DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT).
- Rohdiana, D. 2001. Aktivitas Daya Tangkap Radikal Polifenol dalam Daun Teh. *Majalah Jurnal Indonesia*, 12 (1) : 53-58.
- Rohn, S. dan L. W. Kroh. 2006. Effect of Thermal Processing on The Flavonols Rutin and Quercetin. *Rapid Commun. Mass Spectrom*, 2006; 20: 3229–3235.
- Santoso, V. 2011. “Pengaruh Rasio Teh Hitam: Daun Meniran dan Suhu Pasteurisasi Terhadap Kadar Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antibakteri serta Sifat Organoleptik Minuman Fungsional Teh Meniran”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Surabaya: Widya Mandala Catholic University.
- Sartika, R. A. D. 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Proses Menggoreng (*Deep Frying*) Terhadap Pembentukan Asam Lemak Trans. *MAKARA, SAINS*, VOL. 13, NO. 1, APRIL 2009: 23-28.
- Sayuti, K. dan R. Yenrina. 2015. *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press.
- Science Outreach. 2016. *Determination of Vitamin C Concentration by Titration*. New Zealand: University of Canterbury-College of Science, Christchurch.

- Settharaksa, S., A. Jongjareonrak, P. Hmadhlu, W. Chansuwan, dan S. Siripongvutikorn. 2012. Flavonoid, Phenolic Contents and Antioxidant Properties of Thai Hot Curry Paste Extract and Its Ingredients as Affected of PH, Solvent Types and High Temperature. *International Food Research Journal*, 19 (4): 1581-1587 (2012).
- Shi, H., N. Noguchi, dan E. Niki. 2001. *Introducing Natural Antioxidants*. New York Washington DC-Boca Raton Boston: CRC Press pp.:147-158.
- Siswadi. 2007. Penanganan Pascapanen Buah-Buahan dan Sayuran. *Jurnal Inovasi Pertanian*, Vol. 6, No. 1, 2007 (68-71).
- Southon, S. 2000. Increased Fruit and Vegetable Consumption Within The EU: Potential Health Benefits. *Food Research International*, 33 pp. 211-217.
- Sudrajad, H. 2004. Pengaruh Ketebalan Irisan dan Lama Perebusan (*Blanching*) terhadap Gambaran Makroskopis dan Kadar Minyak Atsiri Simplisa Dringo (*Acorus calamus L.*). *Artikel Media Litbang Kesehatan*, Volume XIV Nomor 4 Tahun 2004.
- Sulistiono. 2010. *Polifenol*. <http://scribd.com/documents/33507652/polifenol.pdf> [29 Mei 2016].
- Sunarni, T. 2005. Aktivitas Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Beberapa Kecambah dari Biji Tanaman Familia *Papilionaceae*. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 2 (2): 53-61.
- Suryanto, E., L. I. Momuat, M. Taroreh, dan F. Wehantouw. 2011. Potensi Senyawa Polifenol Antioksidan dari Pisang Goroho (*Musa sapient sp.*). *Journal of Agritech.*, Vol. 31, No. 4, November 2011, 289.
- Tang, Y., W. Cai, dan B. Xu. 2015. Profiles of Phenolics, Carotenoids and Antioxidative Capacities of Thermal Processed White, Yellow, Orange and Purple Sweet Potatoes Grown in Guilin, China. *Food Science and Human Wellness*, 4 (2015) 123–132.
- Tjitrosoepomo, G. 2005. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Tranggono. 1990. *Bahan Tambahan Pangan*. Edisi I. Yogyakarta: UGM-PAU Pangan dan Gizi.
- Trilaksani, W. 2003. *Antioksidan: Jenis, Sumber, Mekanisme Kerja dan Peran Terhadap Kesehatan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press.
- Vijayakumar, S., G. Presannakumar, dan N. R. Vijayalakshmi. 2008. Antioxidant Activity of Banana Flavonoids. *Fitoterapia*, 79, 279–282.

- Vina, S. Z. dan A. R. Chaves. 2008. Effect of Heat Treatment and Refrigerated Storage on Antioxidant Properties of Pre-Cut Celery (*Apium graveolens L.*). *International Journal of Food Science and Technology*, Vol.43, pp.44-51.
- Wahyuni, D. T. dan S. B. Widjanarko. 2015. Pengaruh Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi terhadap Ekstrak Karotenoid Labu Kuning dengan Metode Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 3 No. 2 pp. 390-401, April 2015.
- Wahyuni, P. S. T. 2015. "Pengaruh Pemberian Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa pada Tikus *Sprague Dawley* Prasindrom Metabolik". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro Fakultas Kedokteran Program Studi Ilmu Gizi.
- Wall, M. M. 2006. Ascorbic Acid, Vitamin A, and Mineral Composition of Banana (*Musa sp.*) and Papaya (*Carica papaya*) Cultivars Grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (2006) 434–445.
- Wang, X. D. 1994. Review: Absorption and Metabolism of β -carotene. *J Am Coll Nutr.*, 1994, 13, 314–25.
- Wills, R. B. H., T. H. Lee, D. Graham, W. B. McGlasson, dan E. G. Hall. 1999. *Postharvest: An Introduction to The Physiology and Handling of Fruits and Vegetables*. Australia: Kensington-New South Wales University Press.
- Williams, M. C. 1979. *Food Fundamentals*. New York: Toronto-John Wiley and Sons.
- Winarsi, H. 2011. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yin, X., J. Quan, dan T. Kanazawa. 2009. Banana Prevents Plasma Oxidative Stress in Healthy Individuals. *Plant Foods Hum Nutr.*, 2008 Jun; 63 (2): 71-6.
- Yebio, A., M. Gebrelibanos, A. Karim, G. Gebremendhim, B. Sintayehu, dan G. Periasamy. Comparison of Vitamin C Content in Fresh and Packaged Juiced of Orange and Mango. *International Journal of Pharmacognosy*, 2015, Vol. 2, Issue 2.
- Yordi, E. G., E. M. Perez, M. J. Matos, dan E. U. Villares. 2012. *Antioxidant and Pro-Oxidant Effect of Polyphenolic Compounds and Structure-Activity Relationship Evidence*. Croatia: Intech-Nutrition, Well-Being and Health.
- Yu, R., J. J. Jiao, J. L. Duh, K. Gudehithlu, T. H. Tan, dan A. N. Kong. 1997. Activation of Mitogen- Activated Protein Kinases by Green Tea Polyphenols: Potential Signaling Pathways in The Regulation of Antioxidant Responsive Elements-Mediated Phase II Enzyme Gene Expression. *Carcinogenesis*, 18, 451–6.

Zhang, W., X. Zhao, C. Sun, X. Li, dan K. Chen. 2015. Phenolic Composition from Different Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Cultivars Grown in China and Their Antioxidant Properties. *Molecules* 2015, 20, 542-555.



LAMPIRAN A. DATA HASIL ANALISIS**A.1 Kadar Air****Tabel A.1.1.** Hasil pengukuran kadar air

Perlakuan	Kadar Air (%)			Jumlah	Rata-rata	SD
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3			
Segar	68,53	68,43	66,87	203,83	67,94	0,94
Goreng	60,20	61,18	61,20	182,57	60,86	0,57
Kukus	72,12	71,60	71,41	215,13	71,71	0,37
Panggang	55,78	56,01	56,95	168,74	56,25	0,62
Rebus	71,46	72,74	71,96	216,16	72,05	0,64

Tabel A.1.2. Uji Anova kadar air

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Antar Grup	582,87	4	145,72	342,10	0,00
Galat	4,26	10	0,43		
Total	587,13	14			

F. Tabel = 3,48. F. Hitung > F. Tabel = Berbeda Nyata

Tabel A.1.3. Uji *Duncan's New Multiple Range Test* kadar air

Perlakuan	N	Subset for Alpha = 0,05				Notasi
		1	2	3	4	
Panggang	3	56,25				a
Goreng	3		60,86			b
Segar	3			67,94		c
Kukus	3				71,71	d
Rebus	3				72,05	d
Sig.		1,00	1,00	1,00	0,54	

A.2 Total Karotenoid**Tabel A.2.1.** Hasil pengukuran kadar karotenoid

Perlakuan	Total Karotenoid ($\mu\text{g/g}$) (db)			Jumlah	Rata-rata	SD
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3			
Segar	4,12	4,05	3,98	12,16	4,05	0,07
Goreng	2,94	2,90	2,70	8,54	2,85	0,13
Kukus	3,89	4,04	4,12	12,05	4,02	0,11
Panggang	2,44	2,59	2,79	7,82	2,61	0,17
Rebus	3,93	4,01	4,03	11,97	3,99	0,05

Tabel A.2.2. Uji Anova kadar karotenoid

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Antar Grup	6,11	4	1,53	113,33	0,00
Galat	0,14	10	0,01		
Total	6,24	14			

F. Tabel = 3,48. F. Hitung > F. Tabel = Berbeda Nyata

Tabel A.2.3. Uji *Duncan's New Multiple Range Test* kadar karotenoid

Perlakuan	N	Subset for Alpha = 0,05			Notasi
		1	2	3	
Panggang	3	2,61			a
Goreng	3		2,85		b
Rebus	3			3,99	c
Kukus	3			4,02	c
Segar	3			4,05	c
Sig.		1,00	1,00	0,54	

A.3 Total Flavonoid

Tabel A.3.1. Hasil pengukuran kadar flavonoid

Perlakuan	Total Flavonoid (mg QE/g) (db)			Jumlah	Rata-rata	SD
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3			
Segar	5,96	6,71	6,24	18,90	6,30	0,38
Goreng	4,46	4,18	3,86	12,49	4,16	0,30
Kukus	6,20	5,87	6,42	18,49	6,16	0,28
Panggang	1,59	1,70	2,01	5,30	1,77	0,22
Rebus	2,59	3,11	3,38	9,09	3,03	0,40

Tabel A.3.2. Uji Anova kadar flavonoid

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Antar Grup	46,56	4	11,64	112,44	0,00
Galat	1,04	10	0,10		
Total	47,60	14			

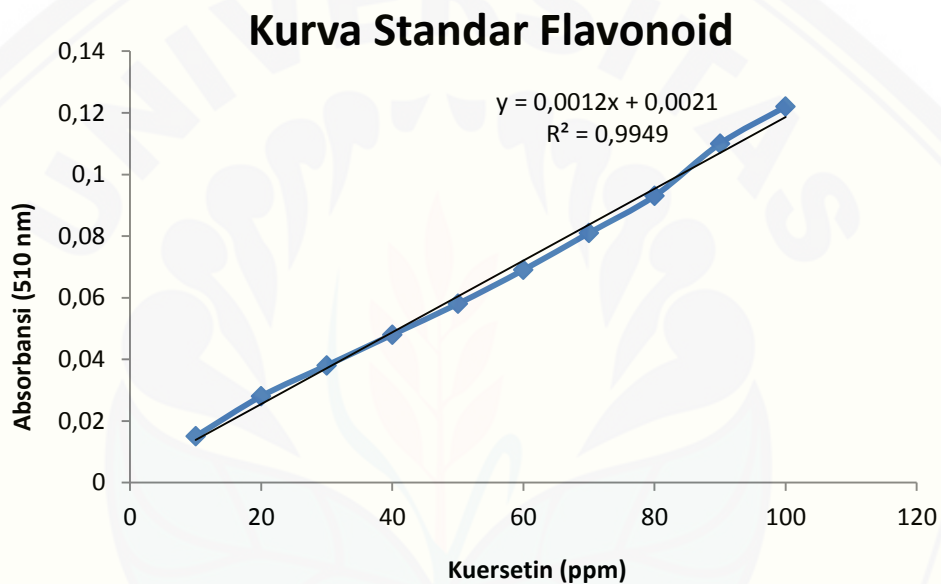
F. Tabel = 3,48. F. Hitung > F. Tabel = Berbeda Nyata

Tabel A.3.3. Uji *Duncan's New Multiple Range Test* kadar flavonoid

Perlakuan	N	Subset for Alpha = 0,05				Notasi
		1	2	3	4	
Panggang	3	1,77				a
Rebus	3		3,03			b
Goreng	3			4,16		c
Kukus	3				6,16	d
Segar	3				6,30	d
Sig.		1,00	1,00	1,00	0,73	

Tabel A.3.4. Kurva standar flavonoid (kuersetin)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (510 nm)		Rata-rata Absorbansi
	Ulangan 1	Ulangan 2	
10	0,014	0,015	0,015
20	0,026	0,029	0,028
30	0,037	0,038	0,038
40	0,046	0,050	0,048
50	0,057	0,059	0,058
60	0,069	0,068	0,069
70	0,080	0,081	0,081
80	0,092	0,093	0,093
90	0,110	0,110	0,110
100	0,121	0,123	0,122



A.4 Total Polifenol

Tabel A.4.1. Hasil pengukuran kadar polifenol

Perlakuan	Total polifenol (mg GAE/g) (db)			Jumlah	Rata-rata	SD
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3			
Segar	11,84	11,34	11,75	34,92	11,64	0,27
Goreng	9,49	9,61	9,20	28,29	9,43	0,21
Kukus	11,12	11,88	11,45	34,45	11,48	0,38
Panggang	7,91	8,22	8,13	24,25	8,08	0,16
Rebus	9,25	8,80	9,30	27,35	9,12	0,28

Tabel A.4.2. Uji Anova kadar polifenol

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Antar Grup	28,96	4	7,24	100,39	0,00
Galat	0,72	10	0,07		
Total	29,68	14			

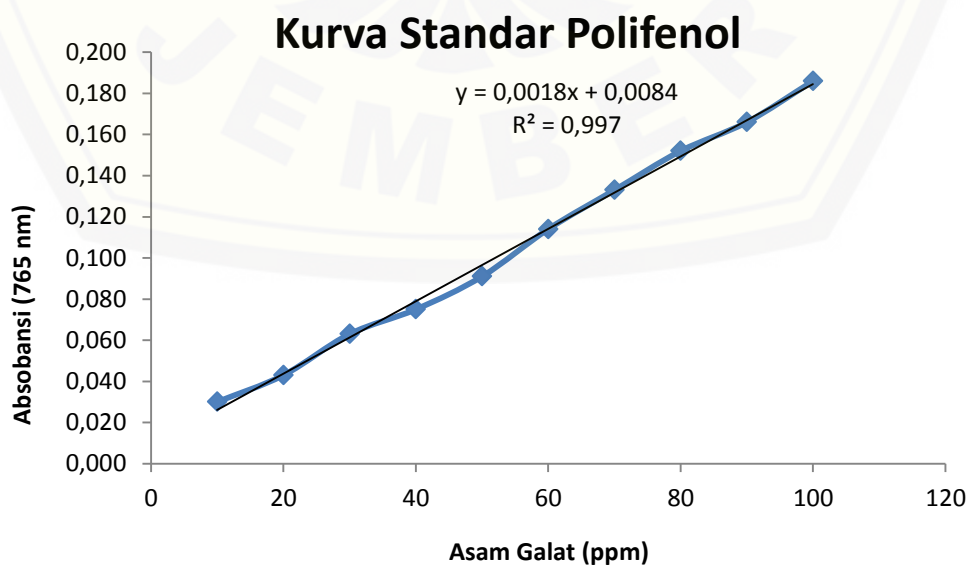
F. Tabel = 3,48. F. Hitung > F. Tabel = Berbeda Nyata

Tabel A.4.3. Uji *Duncan's New Multiple Range Test* kadar polifenol

Perlakuan	N	Subset for Alpha = 0,05			Notasi
		1	2	3	
Panggang	3	8,08			a
Rebus	3		9,12		b
Goreng	3		9,43		b
Kukus	3			11,48	c
Segar	3			11,64	c
Sig.		1,00	0,18	0,49	

Tabel A.4.4. Kurva standar polifenol (asam galat)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (765 nm)		Rata-rata Absorbansi
	Ulangan 1	Ulangan 2	
10	0,029	0,030	0,030
20	0,043	0,043	0,043
30	0,062	0,063	0,063
40	0,076	0,073	0,075
50	0,092	0,089	0,091
60	0,113	0,114	0,114
70	0,135	0,130	0,133
80	0,151	0,153	0,152
90	0,166	0,165	0,166
100	0,186	0,185	0,186



A.5 Total Asam Askorbat

Tabel A.5.1. Hasil pengukuran kadar asam askorbat

Perlakuan	Total asam askorbat (mg/100 g) (db)			Jumlah	Rata-rata	SD
	Ulangan	Ulangan	Ulangan			
	1	2	3			
Segar	18,63	19,46	19,88	57,97	19,32	0,63
Goreng	8,48	9,16	7,80	25,43	8,48	0,68
Kukus	16,89	17,83	18,77	53,49	17,83	0,94
Panggang	4,85	3,64	3,64	12,14	4,05	0,70
Rebus	5,22	3,80	5,70	14,72	4,91	0,99

Tabel A.5.2. Uji Anova kadar asam askorbat

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Antar Grup	623,31	4	155,83	242,77	0,00
Galat	6,42	10	0,64		
Total	629,73	14			

F. Tabel = 3,48. F. Hitung > F. Tabel = Berbeda Nyata

Tabel A.5.3. Uji *Duncan's New Multiple Range Test* kadar asam askorbat

Perlakuan	N	Subset for Alpha = 0,05				Notasi
		1	2	3	4	
Panggang	3	4,05				a
Rebus	3	4,91				a
Goreng	3		8,48			b
Kukus	3			17,83		c
Segar	3				19,32	d
Sig.		0,22	1,00	1,00	1,00	

A.6 Aktivitas Antioksidan

Tabel A.6.1. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan

Perlakuan	Aktivitas Antioksidan (% RSA) (wb)			Jumlah	Rata-rata	SD
	Ulangan	Ulangan	Ulangan			
	1	2	3			
Segar	73,34	74,81	74,48	222,63	74,21	0,77
Goreng	23,28	22,79	21,89	67,97	22,66	0,71
Kukus	51,01	50,60	51,91	153,52	51,17	0,67
Panggang	9,54	9,62	10,93	30,10	10,03	0,78
Rebus	13,63	12,40	11,75	37,79	12,60	0,95

Tabel A.6.2. Uji Anova aktivitas antioksidan

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat kebebasan	Ragam	F. Hitung	Sig.
Antar Grup	9218,66	4	2304,66	3763,08	0,00
Galat	6,12	10	0,61		
Total	9224,78	14			

F. Tabel = 3,48. F. Hitung > F. Tabel = Berbeda Nyata

Tabel A.6.3. Uji *Duncan's New Multiple Range Test* aktivitas antioksidan

Perlakuan	N	Subset for Alpha = 0,05					Notasi
		1	2	3	4	5	
Panggang	3	10,03					a
Rebus	3		12,60				b
Goreng	3			22,66			c
Kukus	3				51,17		d
Segar	3					74,21	e
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

LAMPIRAN B. CONTOH PERHITUNGAN**B.1 Kadar Air**

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{botol timbang+sampel (g)} - \text{botol timbang+sampel setelah dioven (g)}}{\text{botol timbang+sampel (g)} - \text{botol timbang kosong (g)}} \times 100 \%$$

Diketahui pada sampe:

$$\text{Botol Timbang kosong} = 11,6711 \text{ g}$$

$$\text{Botol Timbang + Sampel (sebelum dioven)} = 13,6735 \text{ g}$$

$$\text{Botol Timbang + Sampel (setelah dioven)} = 12,3093 \text{ g}$$

Contoh Perhitungan:

$$\text{Kadar air} = \frac{13,6735 \text{ (g)} - 12,3093 \text{ (g)}}{13,6735 \text{ (g)} - 11,6711 \text{ (g)}} \times 100 \% = 68,13 \%$$

B.2 Kadar Karotenoid

$$\text{Karotenoid (\mu g/mL)} = (4,642 \times A450) - (3,091 \times A503)$$

Diketahui pada sampel:

$$\text{Absorbansi pada gelombang 450} = 0,397$$

$$\text{Absorbansi pada gelombang 503} = 0,169$$

Contoh Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Karotenoid} &= (4,642 \times 0,397) - (3,091 \times 0,169) \\ &= 1,843 - 0,522 = 1,32 \mu\text{g/mL} \end{aligned}$$

B.3 Kadar Flavonoid

Kurva Standar Flavonoid (Kuersetin)

$$y = 0,001x + 0,002$$

$$R^2 = 0,994$$

Diketahui pada sampel:

$$\text{Absorbansi pada gelombang 510} = 0,195$$

Contoh Perhitungan: $x = \text{Flavonoid}$

$$\begin{aligned} y = 0,001x + 0,002 &\rightarrow x = (y - 0,002) / 0,001 \\ &= (0,195 - 0,002) / 0,001 = 193 \text{ mg QE/100 g} \\ &= 1,93 \text{ mg QE/g} \end{aligned}$$

B.4 Kadar Polifenol

Kurva Standar Polifenol (Asam Galat)

$$y = 0,001x + 0,008$$

$$R^2 = 0,997$$

Diketahui pada sampel:

Absorbansi pada gelombang 765 = 0,386

Contoh Perhitungan: x = Polifenol

$$y = 0,001x + 0,008 \rightarrow x = (y - 0,008) / 0,001$$

$$= (0,386 - 0,008) / 0,001 = 378 \text{ mg QE/100 g}$$

$$= 3,78 \text{ mg QE/g}$$

B.5 Kadar Asam Askorbat

$$\text{Asam askorbat (mg/ml)} = \text{Volume Titrasi sampel} \times \frac{\text{Konsentrasi larutan Vitamin C standar}}{\text{Volume Titrasi larutan Vitamin C standar}}$$

Diketahui pada sampel A:

$$\text{Volume titrasi larutan vitamin C standar} = 18,83 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi larutan vitamin C standar} = 1 \text{ mg/g}$$

$$\text{Volume titrasi sampel} = 1,15 \text{ ml}$$

Contoh Perhitungan:

$$\text{Asam askorbat} = 1,15 \times \frac{1}{18,83} = 0,06107 \text{ mg/g}$$

$$= 6,11 \text{ mg/100 g}$$

B.6 Aktivitas Antioksidan

$$\% \text{ RSA} = (\text{Absorbansi Blanko} - \text{Absorbansi Sampel}) / \text{Absorbansi Blanko} \times 100\%$$

Diketahui pada sampel A:

$$\text{Absorbansi blanko pada gelombang 515} = 0,611$$

$$\text{Absorbansi sampel pada gelombang 515} = 0,165$$

Contoh Perhitungan:

$$\% \text{ RSA} = (0,611 - 0,165) / 0,611 \times 100 \%$$

$$= 73 \%$$

LAMPIRAN C. PEMBUATAN BAHAN KIMIA

C.1 Bahan Kimia Pada Analisis Kadar Karotenoid

1. KOH 80% (50 ml)

Pembuatan KOH 80% dilakukan dengan cara melarutkan 40 g KOH dengan aquades dalam labu takar 50 ml hingga batas tera.

C.2 Bahan Kimia Pada Analisis Kadar Flavonoid

1. NaNO₂ 5% (10 ml)

Pembuatan NaNO₂ 5% dilakukan dengan cara melarutkan 0,5 g NaNO₂ dengan aquades dalam labu takar 10 ml hingga batas tera.

2. AlCl₃ 10% (25 ml)

Pembuatan AlCl₃ 10% dilakukan dengan cara melarutkan 2,5 g AlCl₃ dengan aquades dalam labu takar 25 ml hingga batas tera.

3. NaOH 1 M (100 ml)

Pembuatan NAOH 1 M dilakukan dengan cara melarutkan 4 g NaOH dengan aquades dalam labu takar 100 ml hingga batas tera.

a. $M_r \text{ NaOH} = 1 \text{ Na} + 1 \text{ O} + 1 \text{ H}$

$$= 1 (22,9898) + 1 (15,9994) + 1 (1,00797)$$

$$= 22,9898 + 15,9994 + 1,00797$$

$$= 39,99177 = 40 \text{ g/mol}$$

b. $g \text{ NaOH} = M_r \times M \times V$

$$= 40 \times 1 \times 0,1 \text{ L}$$

$$= 4 \text{ g}$$

4. Kurva Standar Kuersetin 10-100 ppm

Pembuatan kurva standar kuersetin diawali dengan pembuatan larutan induk yaitu larutan kuersetin 2000 ppm. Sebanyak 20 mg kuersetin dilarutkan dengan aquades dalam labu takar 10 ml hingga batas tera. Kemudian larutan induk diambil sejumlah volume dalam perhitungan dibawah ini ditambahkan aquades dalam labu tera 10 ml hingga batas tera.

a. 100 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (100 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

b. 90 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 90 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (90 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,45 \text{ ml}$$

c. 80 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 80 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (80 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,4 \text{ ml}$$

d. 70 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 70 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (70 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,35 \text{ ml}$$

e. 60 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 60 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (60 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ ml}$$

f. 50 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 50 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (50 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ ml}$$

g. 40 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 40 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (40 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ ml}$$

h. 30 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 30 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (30 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,15 \text{ ml}$$

i. 20 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 20 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (20 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ ml}$$

j. 10 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (10 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,05 \text{ ml}$$

C.3 Bahan Kimia Pada Analisis Kadar Polifenol

1. Follin Ciocalteau (20 ml)

Pembuatan Follin Ciocalteau dilakukan dengan cara melarutkan 10 ml Follin Ciocalteau dan 10 ml aquades atau dengan perbandingan 1:1.

2. Na_2CO_3 20% (50 ml)

Pembuatan Na_2CO_3 20% dilakukan dengan cara melarutkan 10 g Na_2CO_3 dengan aquades dalam labu takar 50 ml hingga batas tera.

3. Kurva Standar Asam Galat 10-100 ppm

Pembuatan kurva standar asam galat diawali dengan pembuatan larutan induk yaitu larutan asam galat 2000 ppm. Sebanyak 20 mg asam galat dilarutkan dengan aquades dalam labu takar 10 ml hingga batas tera. Kemudian larutan induk diambil sejumlah volume dalam perhitungan dibawah ini ditambahkan aquades dalam labu tera 10 ml hingga batas tera.

a. 100 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (100 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

b. 90 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 90 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (90 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,45 \text{ ml}$$

c. 80 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 80 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (80 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,4 \text{ ml}$$

d. 70 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 70 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (70 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,35 \text{ ml}$$

e. 60 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 60 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (60 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ ml}$$

f. 50 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 50 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (50 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ ml}$$

g. 40 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 40 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (40 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ ml}$$

h. 30 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 30 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (30 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,15 \text{ ml}$$

i. 20 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 20 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (20 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ ml}$$

j. 10 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = (10 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}) / 2000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,05 \text{ ml}$$

C.4 Bahan Kimia Pada Analisis Kadar Asam Askorbat

1. Amilum 1% (50 ml)

Pembuatan amilum 1% dilakukan dengan cara melarutkan 0,5 g amilum dengan aquades dalam labu takar 50 ml hingga batas tera. Kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga larutan amilum mendidih. Larutan amilum dapat digunakan setelah dingin (suhu ruang).

2. Larutan Iod (500 ml)

Pembuatan larutan iod dilakukan dengan cara melarutkan 5 g KI dan 0,268 g KIO_3 dalam 200 ml aquades. Kemudian ditambahkan 30 ml H_2SO_4 3 M dan ditera dengan aquades hingga volume 500 ml.

3. Larutan Vitamin C Standar (100 ml)

Pembuatan larutan vitamin C standar dilakukan dengan cara melarutkan 0,1 g vitamin C dengan aquades dalam labu takar 100 ml hingga batas tera.

C.5 Bahan Kimia Pada Analisis Aktivitas Antioksidan

1. Larutan DPPH (0,025 g/L) (100 ml)

Pembuatan larutan vitamin C standar dilakukan dengan cara melarutkan 0,0025 g DPPH dengan etanol 90% dalam labu takar 100 ml hingga batas tera.