



EKSTRAKSI POLIFENOL KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.) DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU MINYAK GORENG

SKRIPSI

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

Oleh

Anita Nur Laela
NIM 111710101075

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah serta inayahNya sehingga pada akhirnya diberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ayahku Syehariyo dan Ibuku Ribut Diana Wati yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun material serta tiada hentinya selalu mendoakan untuk kelancaran setiap langkahku dalam menjalankan ini;
2. Guru – guru saya sejak taman kanak – kanak hingga perguruan;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

MOTTO

“Kemenangan paling berharga dalam hidup bukanlah tidak pernah gagal, melainkan bagaimana bisa bangkit setiap kali menemui kegagalan”

(Nelson Mandela)

“Tuntutlah ilmu dan belajarlah (untuk ilmu) ketenangan dan kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati kepada orang yang mengajar kamu”

(HR. Athabrani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anita Nur Laela

NIM : 111710101075

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Ekstraksi Polifenol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Minyak Goreng” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawa 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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2 April 2016

Yang menyatakan,

Anita Nur Laela

NIM. 111710101075

SKRIPSI

EKSTRAKSI POLIFENOL KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.) DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU MINYAK GORENG

Oleh

Anita Nur Laela
NIM 111710101075

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Ekstraksi Polifenol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Minyak Goreng” karya Anita Nur Laela NIM 111710101075, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

Dr. Nita Kuswardhani, S. TP., M. Eng
NIP. 1971107311997022001

Tim Penguji,

Ketua

Anggota

Dr. Ir. Jayus
NIP. 196805161992031004

Dr. Nurhayati, S.TP., M. Si
NIP. 197904102003122004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember,

Dr. Yuli Witono, S.TP., MP.
NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Ekstraksi Polifenol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Minyak Goreng; Anita Nur Laela, 111710101075; 2016; 63 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penggunaan minyak goreng yang cukup tinggi tidak didukung dengan tingkat kesadaran penggunaannya sehingga minyak goreng cenderung tidak sering diganti dan menggunakan minyak goreng bekas dalam kurun waktu yang lama. Hal ini menyebabkan kerusakan minyak baik secara fisik maupun kimia. Kerusakan minyak akan mengakibatkan terjadinya oksidasi, sehingga berbahaya untuk kesehatan karena mengandung radikal bebas yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara untuk bisa mencegah kerusakan minyak dengan penambahan antioksidan alami dari kulit buah manggis. Sejauh ini pemanfaatan kulit buah manggis hanya untuk obat, suplemen, dan minuman. Kulit buah manggis mengandung senyawa polifenol yaitu *xanthone* yang meliputi *mangostin*, *mangosterol*, *mangostinon A dan B*, *alfa dan beta mangostin*, *garcinon B*, *mangostanol*, *flavonoid*, *epikatekin*, dan *gartanin*. Kemampuan *xanthone* sebagai antioksidan mampu mencegah proses oksidasi lemak dan minyak. Senyawa polifenol diperoleh dengan cara ekstraksi kulit buah manggis menjadi *polyphenol-rich mangosteen skin extract* (PRMSE). Potensi PRMSE dapat dikembangkan untuk mempertahankan mutu minyak goreng.

Tujuan dari penelitian yaitu mengetahui pengaruh konsentrasi PRMSE terhadap sifat – sifat minyak goreng setelah digunakan dengan sistem *deep frying* dan pengaruh frekuensi penggorengan terhadap sifat-sifat minyak goreng yang ditambah PRMSE serta pengaruh penambahan konsentrasi PRMSE terhadap sifat organoleptik minyak goreng setelah digunakan. Penelitian dilakukan dua tahap, yaitu tahap pembuatan PRMSE dan penambahan PRMSE ke dalam minyak goreng. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor

yaitu variasi konsentrasi PRMSE dan frekuensi penggorengan dengan tiga kali ulangan. Konsentrasi PRMSE yang digunakan 0; 0,2; 0,4 dan 0,8 mg/mL. Frekuensi penggorengan yang digunakan 0; 1; 3 dan 5 kali. Pengujian yang dilakukan meliputi sifat fisik (warna), sifat kimia (penentuan total polifenol, aktivitas antioksidan, asam lemak bebas, dan bilangan peroksida) dan sifat organoleptik (aroma dan warna). Data hasil analisis pada penelitian ini diuji secara statistik menggunakan sidik ragam ANOVA. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan akan dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf uji kepercayaan 95%. Data hasil analisis sifat organoleptik diuji menggunakan *Friedman Test*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan PRMSE pada minyak goreng dengan berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap asam lemak bebas dan bilangan peroksida. Hasil analisis warna minyak goreng dengan PRMSE menggunakan *colourreader* menunjukkan nilai hue tidak berpengaruh nyata, sedangkan hasil analisis sifat organoleptik yang terdiri warna dan aroma menunjukkan berbeda secara signifikan dengan Asymp sig 0,000 dan nilai kesukaan konsumen terhadap warna dan aroma minyak goreng dengan PRMSE sebelum dilakukan penggorengan. Penggunaan konsentrasi PRMSE pada minyak goreng mempengaruhi nilai FFA (asam lemak bebas) dan bilangan peroksida yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi PRMSE yang ditambahkan pada minyak goreng, maka menurun tingkat pertambahan nilai FFA dan bilangan peroksida atau dapat dikatakan sifat kerusakan minyak goreng dapat diperkecil. Hal ini dikarenakan adanya senyawa polifenol dalam PRMSE sehingga dapat mencegah proses oksidasi pada minyak goreng dan semakin banyak frekuensi penggorengan sifat kerusakan minyak goreng akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan minyak goreng lebih sering teroksidasi sehingga kontak langsung dengan oksigen semakin besar.

SUMMARY

Extraction of Polyphenol Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Peel and Its Effect on The Quality of Cooking Oils ; Anita Nur Laela, 111710101075; 2016; 63 pages ; Department of Agricultural Technology Faculty of Agriculture, University of Jember

The use of cooking oil that is high enough not supported by the user so that the level of awareness of cooking oil tend to be frequently replaced and used cooking oil over a period of time. This causes damage to the oil both physically and chemically. Damage to oil will cause oxidation, so dangerous to health because they contain free radicals that can cause various diseases . Therefore, we need a way to be able to prevent damage to the oil with the addition of natural antioxidants from the skin of the mangosteen fruit. So far the utilization of mangosteen rind only for drugs, supplements and beverages . The skin of the mangosteen fruit contains polyphenol compounds that include *mangostin xanthone*, *mangosterol*, *mangostinon A and B*, *alpha and beta mangostin*, *garcinon B*, *mangostanol*, *flavonoid*, *epicatechin*, and *gartanin*. The ability of xanthonas as antioxidants can prevent the oxidation of fats and oils. Xanthone compounds obtained by extraction mangosteen rind into a polyphenol - rich mangosteen skin extract (PRMSE). PRMSE potential can be developed to maintain the quality of cooking oil.

The aim of the research is to determine the effect of concentration PRMSE against nature- the nature of the cooking oil after use with a system of deep frying and frying frequency influence on the properties of edible oils with PRMSE. The study was conducted two phases, namely the creation phase and the addition PRMSE PRMSE into cooking oil. The study design used is Complete Random Design (CRD) with two factors, variations in the concentration and frequency PRMSE frying with three replications. The concentration used 0; 0.2; 0.4 and 0.8 mg / mL. Frequency pan used 0; 1; 3 and 5 times. Testing was conducted on the physical properties (color),

chemical properties (determination of total polyphenols, antioxidant activity, free fatty acids and peroxide) and the organoleptic properties (flavor and color). Data from the analysis in this study were tested statistically using ANOVA analysis of variance. If there are differences among the treatments will be continued using *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) with test level $\alpha \leq 5\%$. Data from the analysis of organoleptic properties were tested using the *Friedman Test*.

The analysis showed that the addition of vegetable oil PRMSE at various concentrations significantly affected the free fatty acids and peroxide. The results of the analysis of the color of cooking oil with PRMSE using colourreader demonstrate the value of hue is not significant, while the results of the analysis of organoleptic properties consisting of color and aroma showed significantly different with Asymp sig 0,000 and the value of consumer preferences for color and aroma of cooking oil with PRMSE before frying. Usage PRSME concentration in edible oils affect the value of FFA (free fatty acid) and peroxide are produced. The higher the concentration of PRMSE is added to cooking oil, FFA and peroxide value could decrease or it can be said the nature of the damage cooking oil can be minimized. This is due to the polyphenolic compounds (xanthones) in PRMSE which can prevent the oxidation process in the oil and FFA and peroxide value of edible oil is also influenced by the frequency of frying. The longer the nature of the damage frequency frying cooking oil will be higher, this is because the oil is oxidized more quickly, than that due to direct contact with oxygen is getting bigger and faster cooking oil oxidation.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Ekstraksi Polifenol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Minyak Goreng”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Selama dalam menyusun skripsi ini, tidak jarang penulis mengalami kesulitan, kekalutan serta kekecewaan, namun puji syukur kepada Allah SWT, karena banyak bantuan yang tidak ternilai dari berbagai pihak baik moral maupun spiritual, fasilitas maupun bimbingan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih setinggi – tingginya kepada :

1. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
3. Bapak Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang selalu membimbing dan selalu melancarkan setiap usaha saya;
4. Ibu Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang selalu membimbing dan memberikan saran bagi penulisan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Jayus dan Ibu Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si. selaku penguji utama dan penguji anggota yang meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran serta arahan yang bermanfaat;
6. Segenap teknisi Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yakni mbak Ketut dan mbak Sari;

7. Bapak dan ibu dosen beserta segenap civitas akademik dilingkup Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
8. Ayahku tercinta Syehariyo yang selalu mendoakan, sabar memberikan dukungan baik moral maupun material dan memberikan limpahan kasih sayang kepadaku;
9. Ibuku tersayang Ribus Diana Wati yang selalu sabar mendengar keluh kesahku dan selalu memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini serta tiada hentinya mendoakanku;
10. Firmansyah Eka Jaya Yudha yang selama ini selalu menemani setiap langkah kakiku. Terima kasih telah sabar dan melimpahkan kasih sayangnya untukku serta selalu mengingatkanku dalam segala hal. Terima kasih juga atas segala doa dan semangat sehingga semua kegiatanku bisa berjalan lancar. *You're the best parther*;
11. Noer Islamy Amalia, teman seperjuangan sekaligus teman setim penelitian yang selalu menenami suka duka selama ini. Terima kasih atas persaudaraanya, dukungan dan bantuan selama ini;
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan serta membantu pelaksanaan skripsi ataupun dalam penluisannya sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan sepenuh hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini terdapat banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu penulis selalu membuka diri terhadap kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat member manfaat dan sumbangan ilmiah yang sebesar – besarnya bagi penulis dan pembaca.

Jember, 3 April 2016

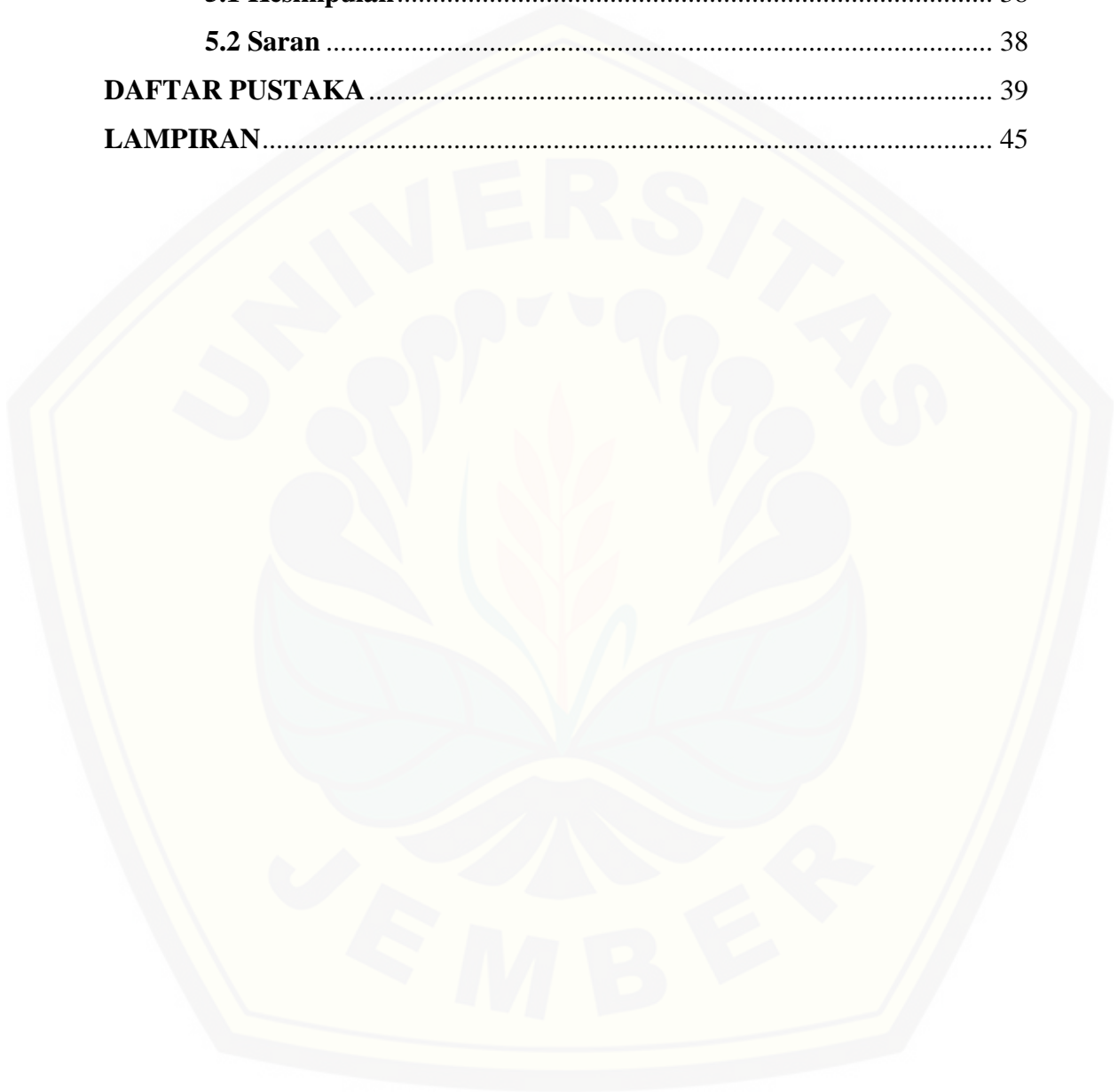
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kulit Buah Manggis	5
2.2 Antioksidan	6
2.3 Ekstraksi	7
2.4 Minyak Kelapa Sawit	8
2.5 Kerusakan Minyak Goreng	10
2.6 Radikal Bebas	11

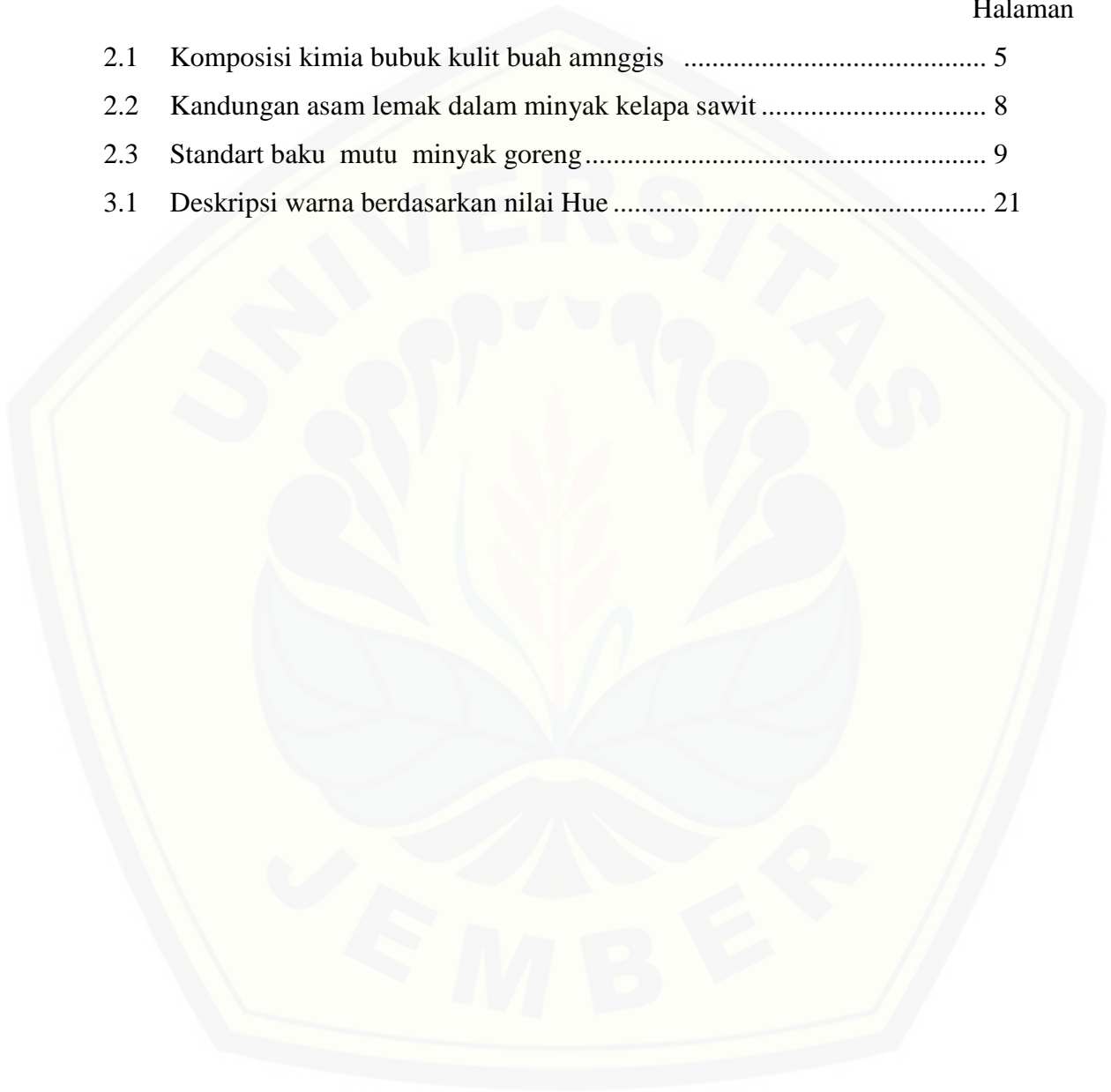
2.7 Mekanisme Penghambatan Antioksidan Terhadap Radikal Bebas	12
.....	12
2.8 Metode Penggorengan <i>Deep Frying</i>	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	16
3.1.1 Bahan Penelitian	16
3.1.2 Alat Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Metode Penelitian	17
3.3.1 Rancangan Penelitian	17
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4 Parameter Pengamatan	20
3.5 Prosedur Analisis	21
3.5.1 Warna	21
3.5.2 Penentuan Total Polifenol	22
3.5.3 Aktivitas Antioksidan	22
3.5.4 Asam Lemak Bebas	23
3.5.5 Bilangan Peroksida	23
3.5.6 Sifat Organoleptik	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakteristik PRMSE	26
4.1.1 Total Polifenol PRMSE	26
4.1.2 Aktivitas Antioksidan Kulit Buah Manggis	28
4.2 Karakteristik Minyak Goreng dengan PRMSE	29
4.2.1 Warna Minyak Goreng dengan PRMSE	29
4.2.2 Kadar Asam Lemak Bebas	30
4.2.3 Bilangan Peroksida	32
4.2.4 Sifat Organoleptik	34
4.2.4.1 Kesukaan Warna	34

4.2.4.2 Kesukaan Aroma.....	36
BAB 5. PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	45



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi kimia bubuk kulit buah amnggis	5
2.2 Kandungan asam lemak dalam minyak kelapa sawit	8
2.3 Standart baku mutu minyak goreng.....	9
3.1 Deskripsi warna berdasarkan nilai Hue	21



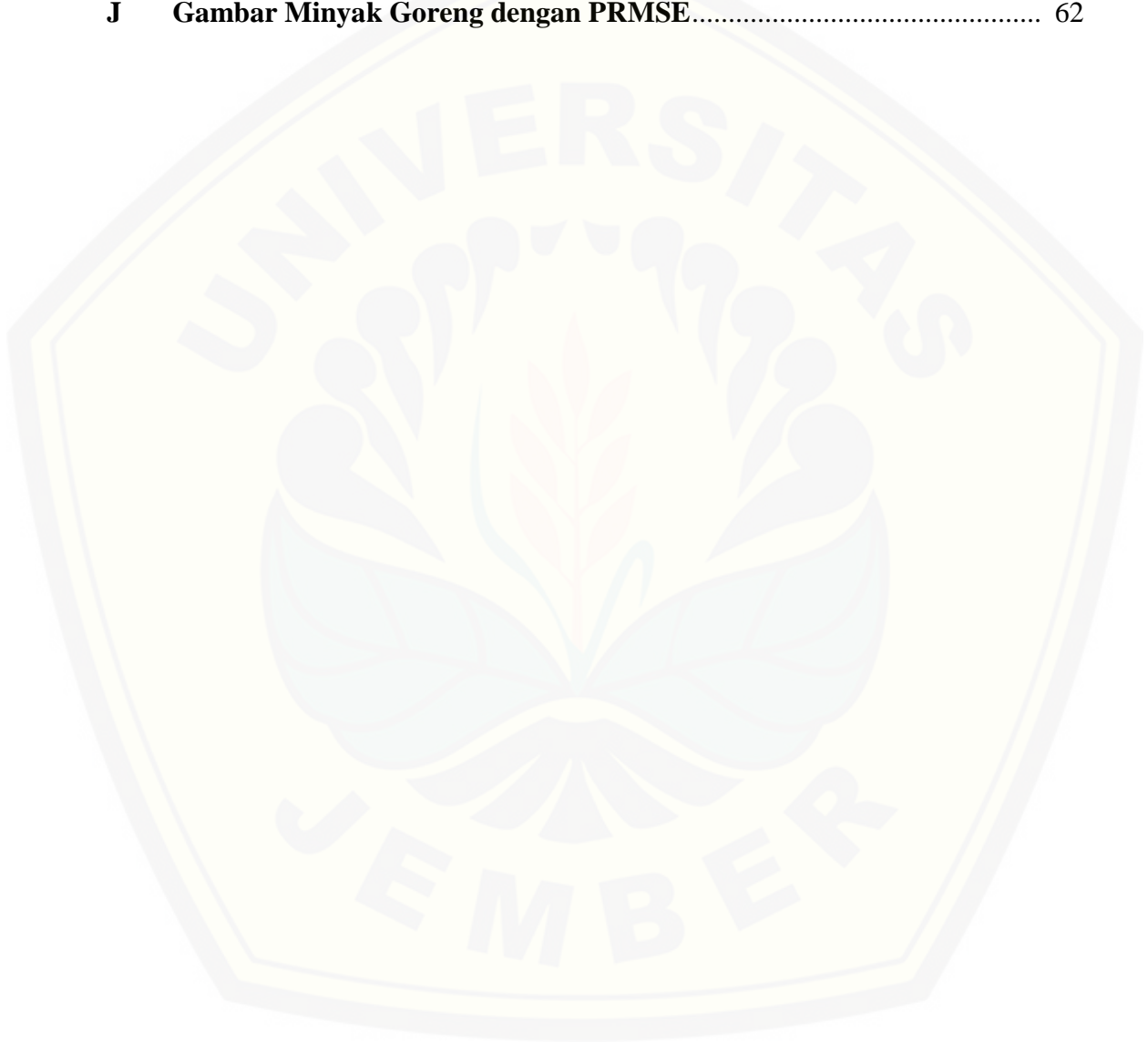
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kulit buah manggis.....	6
2.2 Struktur senyawa xanton	7
2.3 Reaksi degradasi rantai karbon melalui mekanisme radikal bebas	11
2.4 Proses penggorengan secara <i>deep frying</i>	14
3.1 Pembuatan bubuk kasar kulit buah manggis	18
3.2 Ekstraksi kulit buah manggis kaya polifenol (PRMSE)	19
3.3 Penambahan PRMSE pada minyak goreng	20
4.1 Bubuk kulit buah manggis	25
4.2 Kandungan total polifenol PRMSE	27
4.3 Aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah manggis	28
4.4 Nilai <i>hue</i> minyak goreng dengan PRMSE.....	29
4.5 Kadar asam lemak bebas minyak goreng dengan PRMSE.....	31
4.6 Bilangan peroksida minyak goreng dengan PRMSE.....	33
4.7 Hasil uji organoleptik warna minyak goreng dengan PRMSE.....	35
4.8 Hasil uji organoleptik aroma minyak goreng dengan PRMSE	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Rendemen PRMSE	46
A.1 Data Hasil Perolehan Rendemen PRMSE	46
B Total Polifenol PRMSE	46
B.1 Kurva Standar Asam Galat	46
B.2 Data Hasil Pengukuran Nilai Absorbansi	46
B.3 Data Hasil Analisis Total Polifenol (Ekstrak Kering)	47
B.4 Data Hasil Analisis Total Polifenol (Ekstrak Cair)	47
C Aktivitas Antioksidan PRMSE	47
C.1 Data Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan PRMSE.....	45
D Warna Minyak Goreng dengan PRMSE.....	48
D.1 Data Perhitungan Warna Minyak Goreng dengan PRMSE	48
E Asam Lemak Bebas Minyak Goreng dengan PRMSE.....	49
E.1 Data Pengamatan.....	49
E.2 Hasil Perhitungan	49
E.3 Data Perhitungan Delta.....	51
E.4 Hasil Analisis Sidik Ragam	51
E.5 Hasil DMRT	52
F Bilangan Peroksida Minyak Goreng dengan PRMSE	53
F.1 Data Pengamatan	52
F.2 Hasil Perhitungan	54
F.3 Data Perhitungan Delta	55
F.4 Hasil Analisis Sidik Ragam.....	55
F.5 Hasil DMRT	56
G Sifat Organoleptik Warna.....	57
G.1 Data Nilai Kesukaan Warna Minyak Goreng dengan PRMSE	57
G.2 Hasil Uji <i>Friedman</i> Warna Minyak Goreng dengan PRMSE	58

H	Sifat Organoleptik Aroma	59
	H.1 Nilai Kesukaan Aroma Minyak Goreng dengan PRMSE	59
	H.2 Hasil Uji <i>Friedman</i> Aroma Minyak Goreng dengan PRMSE.....	60
I	Lembar Kuisinoner Uji Organoleptik	61
J	Gambar Minyak Goreng dengan PRMSE	62



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia untuk kebutuhan sehari – hari. Penggunaan minyak goreng yang cukup tinggi ini tidak didukung dengan tingkat kesadaran penggunaannya sehingga minyak goreng cenderung tidak sering diganti dengan penggunaan minyak goreng bekas dalam kurun waktu yang lama. Penggunaan minyak goreng untuk industri maupun rumah tangga sering, menghasilkan minyak bekas dengan kandungan asam lemak yang cukup tinggi karena digunakan berulang kali. Hasil penelitian oleh Paramitha (2012), menunjukkan bahwa penyerapan minyak, kadar asam lemak bebas, dan nilai TBA pada minyak semakin meningkat hingga penggorengan kelima yang ditunjukkan pada makanan gorengan ayam.

Kerusakan minyak goreng bekas sebanding dengan interval penggorengan. Indikator kerusakan minyak antara lain angka peroksida dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas menunjukkan sejumlah asam lemak bebas yang dikandung oleh minyak yang rusak, terutama karena peristiwa oksidasi dan hidrolisis (Sudarmadji, 1982). Kerusakan pada minyak dapat diamati secara visual yaitu timbulnya bau, warna kecoklatan dan rasa tengik yang disebabkan oleh autooksidasi minyak. Selain itu kandungan asam lemak bebas dalam suatu minyak merupakan salah satu parameter penentu mutu minyak goreng. Semakin besar kadar asam lemak bebasnya, maka semakin rendah kualitas minyak goreng tersebut.

Penyebab lain dari kerusakan minyak goreng yaitu dari segi metode penggorengan. Salah satu metode penggorengan yang umumnya digunakan yaitu metode penggorengan *deep frying*. Metode penggorengan *deep frying* ini akan menyebabkan kerusakan minyak, karena selama proses penggorengan minyak akan dipanaskan secara terus menerus pada suhu tinggi serta mengacu terjadinya kontak oksigen dari udara luar yang memudahkan terjadinya reaksi oksidasi minyak (Ketaren,1986).

Kerusakan minyak atau lemak akibat penggunaan secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya oksidasi pada minyak, sehingga minyak mudah tengik dan berbahaya untuk kesehatan karena mengandung radikal bebas yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit misalnya, diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker dan jantung koroner (Hariyadi, 2008). Mengingat banyaknya efek buruk terhadap kesehatan akibat pemakaian minyak goreng secara berulang kali, maka diperlukan suatu cara untuk bisa mencegah kerusakan minyak. Salah satunya yaitu dengan penambahan antioksidan alami dari bahan alami.

Antioksidan yang umumnya ditambahkan pada minyak goreng adalah antioksidan sintetis seperti *butylated hydroxyanisole (BHA)*, *butylated hydroxytoluene (BHT)*, *tert-butyl hydroquinone (TBHQ)*, dan *propyl gallat* (Dengi *et al.*, 2009). Penggunaan antioksidan sintetis dapat menyebabkan kanker dalam tubuh sehingga perlu dibatasi bahkan di beberapa negara maju seperti Jepang dan Kanada, penggunaannya telah dilarang (Iqbal *et al.*, 2005). Oleh karena penggunaan antioksidan alami semakin diminati karena memberikan dampak positif terhadap kesehatan.

Indonesia sebagai salah satu negara agraris yang kaya akan sumber daya alam, berpotensi besar sebagai penghasil sumber antioksidan alami. Salah satu produk yaitu buah manggis, dimana Indonesia merupakan salah satu penghasil buah manggis yang cukup melimpah. Hal ini dapat dilihat dari tingkat ekspor buah manggis ke beberapa negara yaitu pada tahun 2002 hingga 2006, sebesar 51,2 % ekspor manggis Indonesia ke Hongkong 28,5 % ke China, dan negara lainnya seperti Amerika Serikat, kawasan Timur Tengah serta negara – negara di Asia lainnya (Sutrisno, 2009). Berdasarkan data tersebut membuktikan bahwa tingkat konsumsi buah manggis baik di dalam ataupun di luar negeri cukup tinggi. Selain buah manggis, di dalam kulit buah manggis juga terdapat beberapa kandungan senyawa bioaktif yang tinggi.

Sejauh ini pemanfaatan kulit buah manggis hanya untuk penyamakan kulit, obat tradisional dan suplemen. Hal ini dikarenakan terdapat senyawa yang terkandung dalam kulit buah manggis yaitu *xanthone* yang meliputi *mangostin*,

mangosterol, mangostinon A dan B, trapezifolixanthone, tovophyllin B, alfa dan beta mangostin, garcinon B, mangostanol, flavonoid, epikatekin, dan gartanin (Jung *et al.*, 2006).

Berdasarkan penelitian kulit buah manggis mengandung senyawa *xanthone* sebagai antioksidan, antimikroba, antikanker, sitotoksik (Kasemwaltanaroj *et al.*, 2013). Kemampuan *xanthone* sebagai antioksidan mampu mencegah proses oksidasi lemak dan minyak. Senyawa *xanthone* diperoleh dengan cara ekstraksi kulit buah manggis menjadi *polyphenol-rich mangosteen extract* (PRMSE). Potensi PRMSE dapat dikembangkan untuk mempertahankan mutu minyak goreng. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan masa pakai minyak goreng dan meminimalkan kerusakan minyak goreng akibat penggunaan yang berulang-ulang. Melalui penelitian ini juga diharapkan dapat diperoleh antioksidan alami sebagai pengganti antioksidan sintetis.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan antioksidan alami pada minyak goreng terbukti dapat menunda kerusakan minyak goreng. Parameter kerusakan minyak goreng adalah bilangan peroksida dan asam lemak bebas (FFA). Penggunaan antioksidan alami dari polifenol kakao pada konsentrasi 0,02 % dan 0,04 % dapat menurunkan peningkatan bilangan peroksida dan asam lemak bebas. Penurunan asam lemak bebas pada konsentrasi 0,02 % dan 0,04 % sebesar 0,1146 % dan 0,1066 %. Penurunan bilangan peroksida pada konsentrasi 0,02 % dan 0,04 % sebesar 5,99 meq/Kg dan 4,24 meq/Kg (Dewi, 2009). Kerusakan minyak goreng juga dipengaruhi oleh frekuensi penggorengan. Semakin besar frekuensi penggorengan maka bilangan peroksida dan FFA semakin tinggi sehingga minyak goreng menjadi tengik dan tidak layak digunakan lagi. Oleh karena itu diperlukan alternatif penggunaan antioksidan dari bahan lain yaitu kulit buah manggis dengan cara diekstrak menjadi *polyphenol-rich mangosteen skin extract* (PRMSE). Namun penambahannya dalam minyak dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia minyak sehingga jumlah penambahannya perlu dipelajari. Maka dari itu, penambahan konsentrasi polifenol yang digunakan pada minyak goreng adalah 0,02 %, 0,04 %

dan 0,08 %. Konsentrasi tersebut diindikasikan dapat mengurangi peningkatan bilangan peroksida dan asam lemak bebas. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan rancangan perlakuan konsentrasi polifenol 0,02 %, 0,04 % dan 0,08 %.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi PRMSE terhadap sifat-sifat minyak goreng setelah digunakan dengan sistem penggorengan *deep frying*.
2. Mengetahui pengaruh frekuensi penggorengan terhadap sifat-sifat minyak goreng dengan PRMSE setelah digunakan berulang-ulang.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi PRMSE terhadap sifat organoleptik minyak goreng.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Membuka peluang penggunaan antioksidan dari kulit buah manggis pada industri pengolahan minyak goreng kelapa sawit.
2. Memberikan alternatif pengganti antioksidan sintetis dengan antioksidan alami pada minyak goreng.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Buah Manggis

Pemanfaatan kulit buah manggis sebagai obat biasanya dilakukan dengan merebus kulit manggis selama beberapa waktu kemudian air rebusannya diminum sebagai obat. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan diketahui bahwa kulit buah manggis ternyata memiliki kandungan senyawa aktif yang termasuk golongan *xanthone* (Pradipta *et al.*, 2007). Kulit buah manggis juga dimanfaatkan sebagai pewarna, termasuk untuk tekstil, sedangkan di Thailand, kulit buah manggis sudah menjadi ramuan tradisional turun menurun untuk mengobati infeksi pada kulit, luka dan diare (Jung *et al.*, 2006). Pemanfaatan kulit buah manggis sebenarnya sudah dilakukan sejak lama. Kulit buah manggis secara tradisional digunakan pada berbagai pengobatan di Negara India, Myanmar, Sri Langka, dan Thailand (Mardiana, 2011). Kulit buah manggis dapat dijadikan bahan baku untuk pewarna alami karena kulit buahnya mengandung dua senyawa alkaloid, serta lateks kering buah manggis mengandung sejumlah pigmen yang berasal dari dua metabolit yaitu mangosteen dan β - mangosteen yang jika diekstraksi dapat menghasilkan bahan pewarna alami berupa antosianin yang menghasilkan warna merah, ungu dan biru (Sinar Tani, 2010). Komposisi bubuk kulit manggis disajikan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Bubuk Kulit Buah Manggis

No.	Komponen	Kadar (% bk)
1	Air	9,00
2	Abu	2,58
3	Gula total	6,92
4	Protein	2,69
5	Serat Kasar	30,05
6	Lainnya (Tannin, Lemak, dll)	48,76

Sumber: Shahidi, 1997

Secara umum, kandungan kimia yang terdapat dalam kulit buah manggis adalah *xanthone*, *mangostin*, *garcinon*, *flavonoid*, dan *tannin* (Heyne, 1997). Senyawa xanton lain yang terdapat dalam kulit buah manggis adalah β -mantgosteen, gartanin, 8-deoxygartanin, garcinone A, B, C, D dan E, magostion, magistanin, 9-hidroksicalabaxanton, dan isomangostin (Obolskiy *et al.*, 2009). Senyawa xanton yang terkandung di dalam kulit buah manggis ini merupakan senyawa fenolik yang tergolong dalam kelas polifenol (Walker, 2007). Gambar kulit buah manggis dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Kulit Buah Manggis (Koleksi Penulis, 2015)

2.2 Antioksidan

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang mampu menunda proses oksidasi, menghambat polimerisasi dari rantai radikal bebas dan reaksi oksidasi (Cespedes *et al.*, 2010). Oksidasi adalah jenis reaksi kimia yang melibatkan pengikatan oksigen, pelepasan hidrogen, atau pelepasan elektron. Proses oksidasi adalah peristiwa alami yang terjadi di alam dan dapat terjadi dimana – mana tak terkecuali di dalam tubuh kita (Indigomorie, 2009).

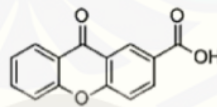
Antioksidan juga didefinisikan sebagai senyawa yang ketika ada pada konsentrasi yang lebih rendah senyawa yang bersifat oksidatif, secara signifikan akan menunda atau menghambat senyawa oksidatif tersebut dalam proses oksidasi (Boots *et al.*, 2008). Kandungan antioksidan yang diijinkan dalam makanan perlu dibatasi, di Amerika Serikat diijinkan maksimum 0,02 % yang didasarkan pada kandungan lemak makanan. Kadang kala antioksidan dimasukkan ke bahan pengemas dan bukan ke dalam makanan itu sendiri. Dalam hal ini, jumlah antioksidan yang diijinkan menjadi lebih besar (Yetty, 2003).

Antioksidan merupakan komponen kimia yang memiliki sistem kerja mengubah komponen radikal menjadi netral. Ada 2 tipe antioksidan yaitu :

Antioksidan primer (pemecah rantai oksidasi atau pencegah reaksi oksidasi). Antioksidan primer bekerja dengan memecah rantai oksidasi dari peroksil sehingga tidak bereaksi lebih lanjut dengan lemak tak jenuh dan membuatnya menjadi lebih stabil. Antioksidan primer dibagi menjadi 2 jenis, yaitu : Antioksidan alami, terdiri dari tokoferol, lesitin, gosipol, sesamol, polifenol, dan asam askorbat dan Antioksidan sintetik, terdiri dari BHA (*butylated hydroxyanisole*), BHT (*butylated hydroxytoluene*), NDGA (*nordihydroquacetic acid*), PG (*propylgallat*).

Antikoksidan sekunder bekerja dengan menghambat atau mengurangi laju autoksidasi lemak dengan beberapa cara, yaitu mengikat ion logam, mengusir oksigen bebas dalam bahan, memecah hydrogen peroksida menjadi produk nonradikal (Winarno, 2002).

Senyawa antioksidan terkuat yang terdapat dalam kulit manggis adalah senyawa *xanthone*. Senyawa xanton dapat digolongkan sebagai senyawa polar. Senyawa ini termasuk golongan fenol atau *polyphenolic* dan memiliki rumus molekul $C_{13}H_8O_2$. Dalam penamaan menurut IUPAC, senyawa ini diberi nama 9H-xanthen-9-one. **Gambar 2.2** menunjukkan struktur senyawa *xanthone*.



Gambar 2.2 Struktur senyawa xanton (Poerwanto *et al.*, 2009)

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah teknik pemisahan suatu senyawa berdasarkan perbedaan distribusi zat terlarut diantara dua pelarut yang saling bercampur. Pada umumnya zat terlarut yang diekstrak bersifat tidak larut atau larut sedikit dalam suatu pelarut tetapi mudah larut dengan pelarut lain (Harborne, 1996).

Proses pemisahan senyawa dalam simplisia, menggunakan pelarut tertentu sesuai dengan sifat senyawa yang akan dipisahkan. Ekstraksi dapat dilakukan dengan bermacam-macam metode, tergantung dari tujuan ekstraksi, jenis pelarut yang digunakan dan senyawa yang diinginkan. Metode ekstraksi yang paling sederhana adalah maserasi (Pratiwi, 2009). Maserasi adalah perendaman bahan alam yang dikeringkan (simplisia) dalam suatu pelarut. Metode ini dapat menghasilkan ekstrak dalam jumlah banyak, serta terhindar dari perubahan kimia senyawa-senyawa tertentu karena pemanasan.

2.4 Minyak Kelapa Sawit

Dalam minyak goreng kelapa sawit terdapat kandungan asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*), dalam bentuk asam palmitat sebanyak 40-46 %. Selain itu terdapat asam lemak tak jenuh dalam bentuk ikatan tunggal maupun majemuk. Asam lemak tak jenuh tunggal (*mono unsaturated fatty acids/ MUFA*) yang terkandung dalam minyak goreng ditemukan dalam bentuk asam oleat sebanyak 39-45 % dan asam lemak tak jenuh majemuk (*poly-unsaturated fatty acids/ PUFA*) dapat ditemukan dalam bentuk asam linoleat sebanyak 7-11 %. Kandungan lengkap asam lemak yang terkandung dalam minyak goreng kelapa sawit dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Kandungan asam lemak dalam minyak kelapa sawit

Jenis asam lemak	Rumus molekul	Kadar (%)
Asm miristat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	1,1 – 2,5
Asam palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	40,0 – 46,0
Asam stearat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	3,6 – 4,7
Asam oleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	39,0 – 45,0
Asam linolaet	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	7,0- 11,0

Sumber : Hariyadi,2008

Jenis minyak yang umumnya dipakai untuk menggoreng adalah minyak nabati seperti minyak sawit, minyak kacang tanah, minyak wijen dan sebagainya. Minyak kelapa sawit merupakan jenis minyak yang banyak digunakan oleh

masyarakat Indonesia, baik dalam skala rumah tangga maupun industri. Dalam menggoreng, minyak berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori pada bahan makanan (Ketaren, 1986).

Minyak goreng merupakan minyak yang diperoleh dengan cara memurnikan minyak nabati. Menurut Oramahi (2008), hampir semua minyak murni mengandung tidak kurang 98 % trigliserida dan 2 % komponen non trigliserida. Hampir semua zat warna minyak dapat dihilangkan melalui proses pemurnian dan pemucatan. Berikut ini standar mutu minyak goreng dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Minyak goreng yang baik mempunyai sifat tahan panas, stabil pada cahaya matahari, tidak merusak flavor hasil gorengan, sedikit gum, menghasilkan tekstur dan rasa yang bagus, asapnya sedikit setelah digunakan berulang – ulang, serta menghasilkan warna keemasan pada produk (Wijana *et al.*, 2005).

Tabel 2.3 Standart baku mutu minyak goreng (SNI 1-3741-1995)

Kriteria	Jumlah
Bau dan rasa*	Normal
Warna*	Muda jernih
Kadar air*	Max 0.3 %
Berat jenis*	0.900 g/lit
Asam lemak bebas*	Max 0.3 %
Bilangan peroksida*	Max 12 meq/kg
Bilangan iod*	45- 46
Bilangan penyabunan*	196-206
Indeks bias*	1.448-1.450
Campuran logam*	Max 0.1 mg/kg kecuali seng
Bilangan Iod**	7,5 – 10,5 (g I ₂ /100 g)
Bilangan Peroksida**	Maksimal 5 (meq/Kg)
Massa Jenis**	0,917 – 0,099 g/cm ³

Sumber : *) Kurniasari (2005)

**) Herlina (1995)

2.5 Kerusakan Minyak Goreng

Pemakaian minyak yang berulang – ulang menyebabkan perubahan pada minyak karena teroksidasi, sehingga minyak menjadi kotor dan berwarna coklat. Semakin sering minyak goreng digunakan untuk menggoreng, maka tingkat

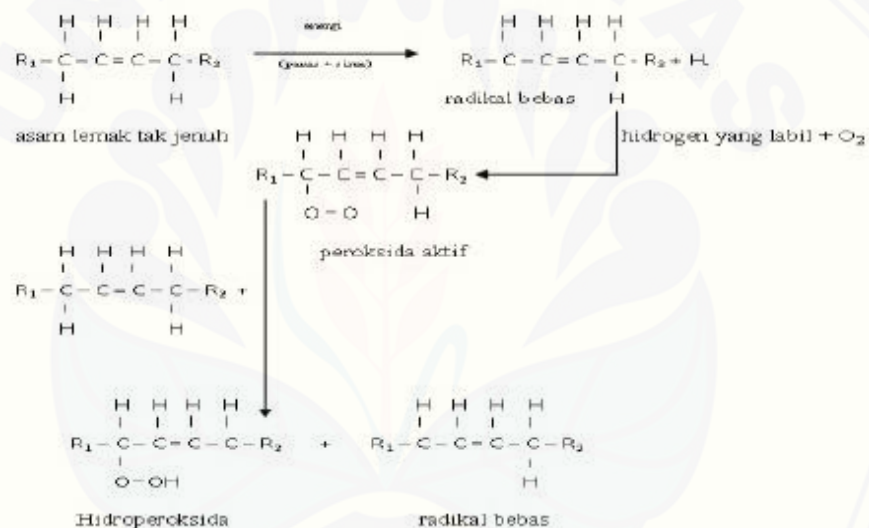
kerusakan minyak akan semakin tinggi. Selama penggorengan, minyak goreng akan mengalami pemanasan pada suhu tinggi ($\pm 170-180$ °C) dalam waktu yang cukup lama. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya proses oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi yang menghasilkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak seperti keton, aldehyd, dan polimer yang dapat merugikan kesehatan manusia. Kerusakan utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik sedangkan kerusakan lain meliputi peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA), angka peroksida, angka karbonil, timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa dan adanya kotoran dari bumbu yang digunakan dari bahan yang digoreng (Marati, 2006).

Menurut Ketaren (1986), minyak yang rusak akibat oksidasi akan menyebabkan kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial serta menghasilkan bahan dengan kenampakan yang kurang menarik. Ketengikan oksidatif dan hidrolitik akan menyebabkan terbentuknya senyawa baru yang bukan molekul minyak (trigliserida), sehingga memberikan citarasa dan bau yang menyimpang. Sedangkan ketengikan hidrolitik akan menyebabkan terurainya molekul minyak (triasilgliserol) menjadi asam lemak dan gliserol (Hariyadi, 2008).

Pada saat penggorengan minyak terabsorpsi ke dalam makanan. Absorpsi tersebut akan mendesak air yang terkandung di dalam makanan, sehingga bergerak dari bagian tengah menuju permukaan dan akhirnya menguap. Pada saat menggoreng, aerasi udara mula – mula terjadi pada permukaan minyak, namun adanya pembalikan makanan yang digoreng, akhirnya udara akan masuk ke dalam minyak. Oksidasi juga menghasilkan senyawa aldehyd, keton, hidrokarbon, alkohol serta senyawa aromatis yang menimbulkan bau tengik (Oramahi, 2008). Rasa dan bau tengik pada minyak disebabkan oleh peristiwa autooksidasi radikal asam lemak tak jenuh dalam minyak. Autooksidasi dimulai dari pembentukan radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti cahaya, panas, peroksida lemak atau hidroperoksida, logam-logam seperti tembaga (Cu), Besi (Fe), Cobalt (Co) dan Mangan (Mn) serta enzim – enzim lipoksidase (Winarno, 2002). Mekanisme terjadinya degradasi minyak atau lemak dipaparkan pada **Gambar 2.3**.

Hidroperoksida yang terbentuk merupakan senyawa tidak stabil dan dapat menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek oleh radiasi energy tinggi, energy panas, katalis logam dan enzim. Hiperperoksida dapat terurai menjadi aldehid dan keton yang mengakibatkan minyak menjadi tengik.

Pembentukan senyawa polimer selama proses menggoreng terjadi karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tidak jenuh. Hal ini terbukti dengan terbentuknya bahan menyerupai gum yang mengendap di dasar wadah penggorengan. Proses polimerisasi ini mudah terjadi pada minyak setengah mongering atau minyak mongering, karena minyak tersebut mengandung asam lemak tidak jenuh dalam jumlah besar (Ketaren, 2008).



Gambar 2.3 Reaksi degradasi rantai karbon melalui mekanisme radikal bebas (Winarno, 2002)

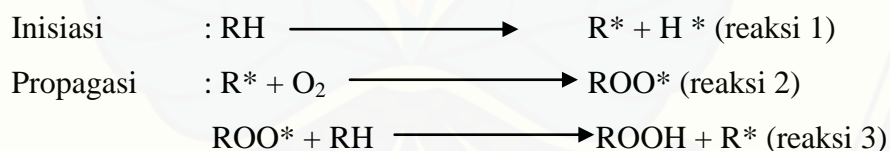
2.6 Radikal Bebas

Radikal bebas adalah suatu molekul yang mempunyai jumlah elektron ganjil atau elektron tidak berpasangan tunggal pada lingkaran luarnya (Medikasari, 2003). Radikal bebas sangat reaktif karena kehilangan satu atau lebih elektron yang bermuatan dan untuk mengembalikannya maka radikal bebas berusaha mendapatkan elektron dari molekul lain atau melepas elektron yang tidak berpasangan tersebut (Dalimartha, 1998).

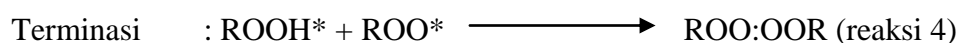
Menurut Banyubiru (2006), jika radikal bebas sudah terbentuk, maka di dalam tubuh akan terjadi reaksi berantai. Selanjutnya akan menghasilkan radikal bebas baru pada tubuh sehingga jumlahnya terus bertambah dan menyerang sel – sel tubuh. Saat tubuh kita dipenuhi radikal bebas yang berlebihan maka molekul yang tidak stabil di dalam tubuh berubah bentuk menjadi molekul pemangsa. Mereka mulai bergerak liar dan menyerang bagian tubuh yang sehat maupun yang tidak sehat sehingga terjadi penyakit (Banyubiru, 2006).

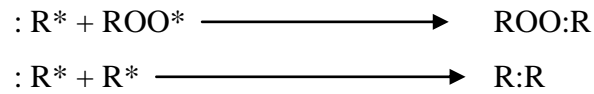
2.7 Mekanisme Penghambatan Antioksidan Terhadap Radikal Bebas

Medikasari (2003) menjelaskan bahwa mekanisme kerja antioksidan secara umum adalah menghambat oksidasi lemak. Oksidasi lemak terdiri atas tiga tahap utama yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. 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). Tahap selanjutnya yaitu propagasi, dimana radikal asam lemak akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi (reaksi 2). Radikal peroksi lebih lanjut akan menyerang asam lemak menghasilkan hidroperoksida dan radikal asam lemak baru (reaksi 3).

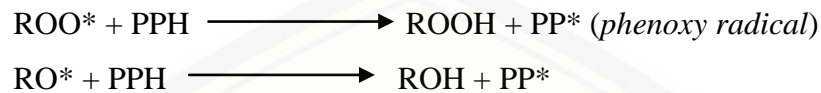


Hidroperoksida yang terbentuk bersifat tidak stabil dan akan terdegradasi lebih lanjut menghasilkan senyawa – senyawa karbonil rantai pendek seperti aldehid dan keton yang bertanggungjawab atas flavor makanan berlemak. Tanpa adanya antioksidan, reaksi oksidasi lemak akan mengalami terminasi melalui reaksi antar radikal bebas membentuk kompleks bukan radikal (reaksi 4). Menurut Bravo (1998), polifenol di dalam bahan dapat berperan sebagai antioksidan. Antioksidan fenol berfungsi sebagai penghambat radikal bebas dan pengkelat ion – ion logam yang mampu mengkatalis peroksida lipid.

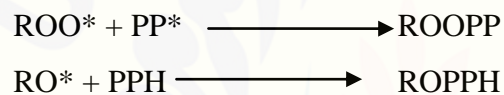




Antioksidan fenol menghalangi proses oksidasi lipida dan molekul lain dengan menyumbang atom hydrogen pada radikal bebas dengan reaksi sebagai berikut :



Umumnya *phenoxy radical* yang terbentuk diatas sangat stabil, dimana reaksi ini tidak mudah terjadi. *Phenoxo radical* yang terbentuk juga berperan sebagai terminator (pengakhir) terjadinya siklus propaganda melalui reaksi dengan radikal bebas lainnya.



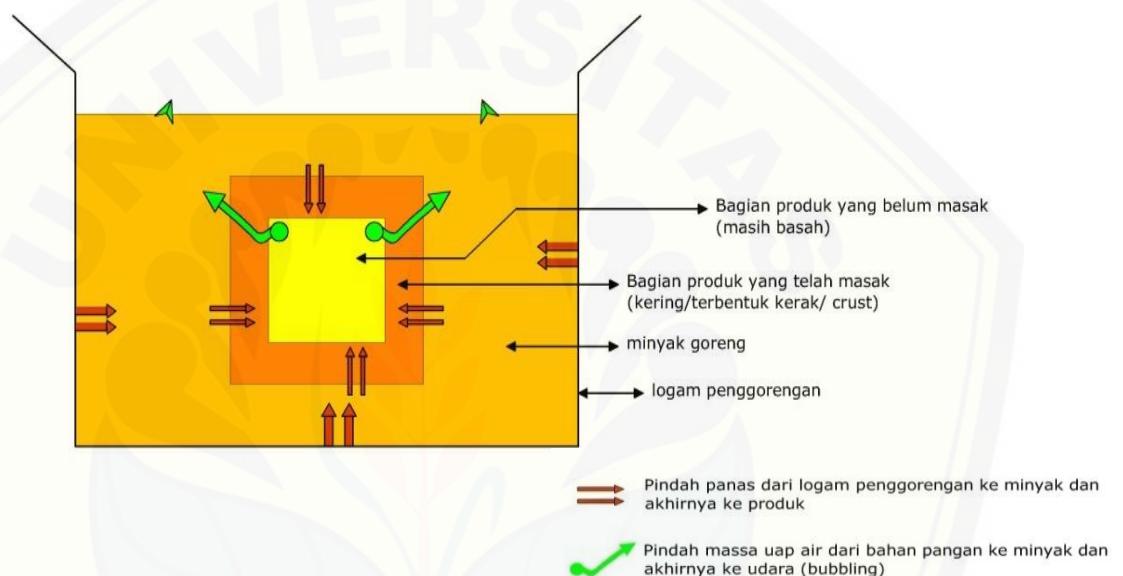
2.8 Metode Penggorengan *Deep Frying*

Menggoreng adalah proses memasak bahan pangan menggunakan suhu tinggi dengan bantuan minyak sebagai media pengantar panas, tetapi karena sebagian kecil minyak goreng itu diserap oleh bahan pangan yang digoreng, maka kualitasnya harus baik karena hal ini dapat mempengaruhi cita rasa dari makanan yang digoreng (Muchtadi, 1999).

Deep frying adalah teknik menggoreng bahan makanan dengan menggunakan minyak yang banyak hingga bahan makanan benar-benar terendam dalam minyak. Suhu pada teknik *deep frying* berkisar 150-200 °C (Sartika, 2009; Ghidurus *et al.*, 2010).

Menurut Hariyadi (2008), metode *deep frying* ini dilakukan dengan cara merendam produk pangan pada minyak goreng yang bersuhu tinggi, sehingga bahan menerima panas dari seluruh permukaan bahan dan menghasilkan warna yang seragam. Teknik penggorengan dengan metode *deep frying* dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.

Pada saat bahan mulai dimasukkan pada minyak panas, proses pindah panas akan terjadi dari logam panas ke minyak dan akhirnya ke bahan yang digoreng. Hal ini menyebabkan suhu permukaan meningkat secara cepat dan akhirnya akan terjadi penguapan air. Uap air akan mengalami pindah massa ke minyak dan akhirnya ke udara. Terjadinya pindah massa uap air ini terlihat sebagai proses mendidih dimana terjadi gelembung – gelembung uap air keluar dari minyak, dimana peristiwa ini disebut *bubbling* (Hariyadi, 2008).



Gambar 2.4 Proses penggorengan secara *deep frying* (Hariyadi, 2008)

Menurut Ketaren (1986), metode penggorengan yang umum digunakan adalah penggorengan gangsa (*Pan frying*) dan penggorengan rendam (*deep frying*). Sistem menggoreng *deep frying* adalah bahan terendam seluruhnya dalam minyak sehingga penetrasi panas dari minyak dapat masuk secara bersamaan pada seluruh permukaan bahan yang digoreng sehingga kematangan bahan yang digoreng dapat merata. *Deep frying* merupakan metode penggorengan yang penting karena prosesnya cepat, tepat dan menghasilkan makanan dengan tekstur dan flavor yang disukai. *Deep frying* juga hanya memerlukan unit peralatan yang sederhana serta menghasilkan limbah gas yang jumlahnya kecil (Lawson, 1994).

Menurut Muchtadi (2008), pada penggorengan *deep frying* saat bahan makanan dimasukkan ke dalam minyak suhu permukaan bahan akan segera meningkat dan air menguap, permukaan bahan pangan akan mengering, terjadi penguapan lebih lanjut dan berbentuk kerak (*crust*). Suhu permukaan bahan akan meningkat hingga suhu minyak panas, sedangkan suhu bagian dalam bahan pangan akan meningkat secara perlahan hingga 100 °C. Suhu penggorengan pada tekanan atmosfer terjadi pada suhu titik didih minyak sekitar 180 - 200 °C.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah manggis, daging ayam (bagian sayap), pereaksi *Follin – Ciocalteu* 2N, etanol 70%, Na_2CO_3 7%, asetat – chloroform (3:2), reagen DDPH, larutan pati 1%, larutan KI jenuh, alkohol 95% netral, indikator PP 1%, NaOH 0,1 N, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N dan aquadest. Minyak goreng yang digunakan adalah minyak goreng kemasan bermerk Sania.

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian pembuatan bubuk kulit manggis yaitu : grinder, ayakan 60 mesh. Alat untuk pembuatan ekstraksi kulit buah manggis atau *polyphenol-rich mangosteen skin extract* (PRMSE) yaitu : timbangan analitik merk OHAUS, oven *vacuum* merk LAB-LINE, *rotary evaporator* merk Buchi R-124. Selanjutnya peralatan untuk pencampuran PRMSE dengan minyak goreng yaitu: kompor merk Rinnai, pan, strirer dan untuk peralatan analisa yaitu *glass ware* merk pyrex, spektrofotometer UV – Vis merk shimadzu, penangas air merk maspion, vortex, thermometer, dan biuret.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Terpadu Pangan dan Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni – November 2015.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu faktor P (konsentrasi polifenol) dan faktor F (frekuensi penggorengan) dengan 3 kali ulangan pada masing – masing perlakuan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf uji 5 %. Data hasil kesukaan panelis dianalisis menggunakan *Friedman Test*. Variasi konsentrasi polifenol (Faktor P) yang digunakan yaitu P0 = 0 mg/ml; P1 = 0,2 mg/ml; P2 = 0,4 mg/ml dan P3 = 0,8 mg/ml. Variasi frekuensi penggorengan (Faktor F) yang digunakan yaitu F0 = 0 kali; F1 = 1 kali; F3 = 3 kali dan F5 = 5 kali.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap pembuatan bubuk kulit buah manggis, ekstraksi kulit buah manggis menjadi PRMSE dan penggunaan PRMSE pada minyak goreng.

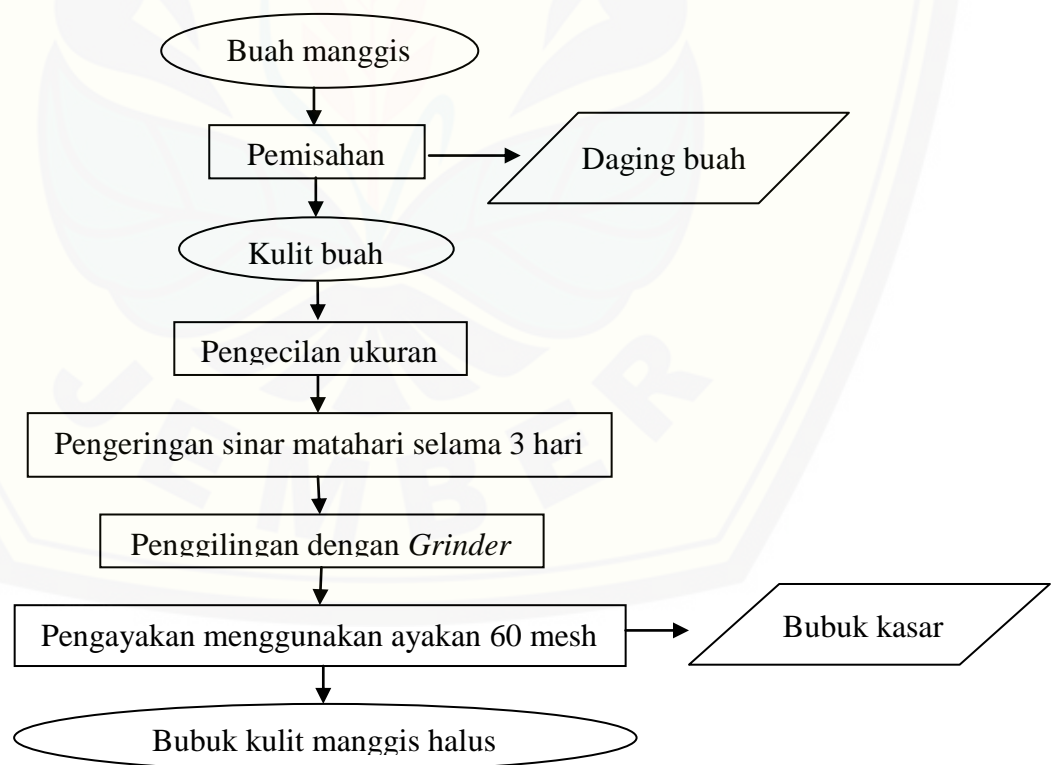
Pembuatan bubuk kulit buah manggis. Proses pembuatan bubuk kulit buah manggis diawali dengan pemilihan buah manggis berkualitas baik kemudian dipisahkan dari daging dan kulit buahnya. Setelah itu, dilakukan pengecilan ukuran yang bertujuan untuk mempermudah penggilingan dan mempercepat pengeringan. Selanjutnya yaitu pengeringan kulit buah manggis dengan menggunakan sinar matahari selama 3 hari sampai kadar air 8-10%. Kulit buah manggis yang telah kering digiling dengan menggunakan *grinder*, kemudian proses dilanjutkan dengan pengayakan menggunakan ayakan 60 mesh, dan didapatkan bubuk kulit buah manggis halus. Pembuatan bubuk kulit buah manggis dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

Ekstraksi Kulit Buah Manggis menjadi PRMSE. Bubuk kulit buah manggis sebanyak 100 gram diekstraksi dengan pelarut etanol 70 % dengan perbandingan bubuk dan pelarut etanol (1 : 3) disertai pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam dan ekstraksi secara maserasi selama 24 jam pada

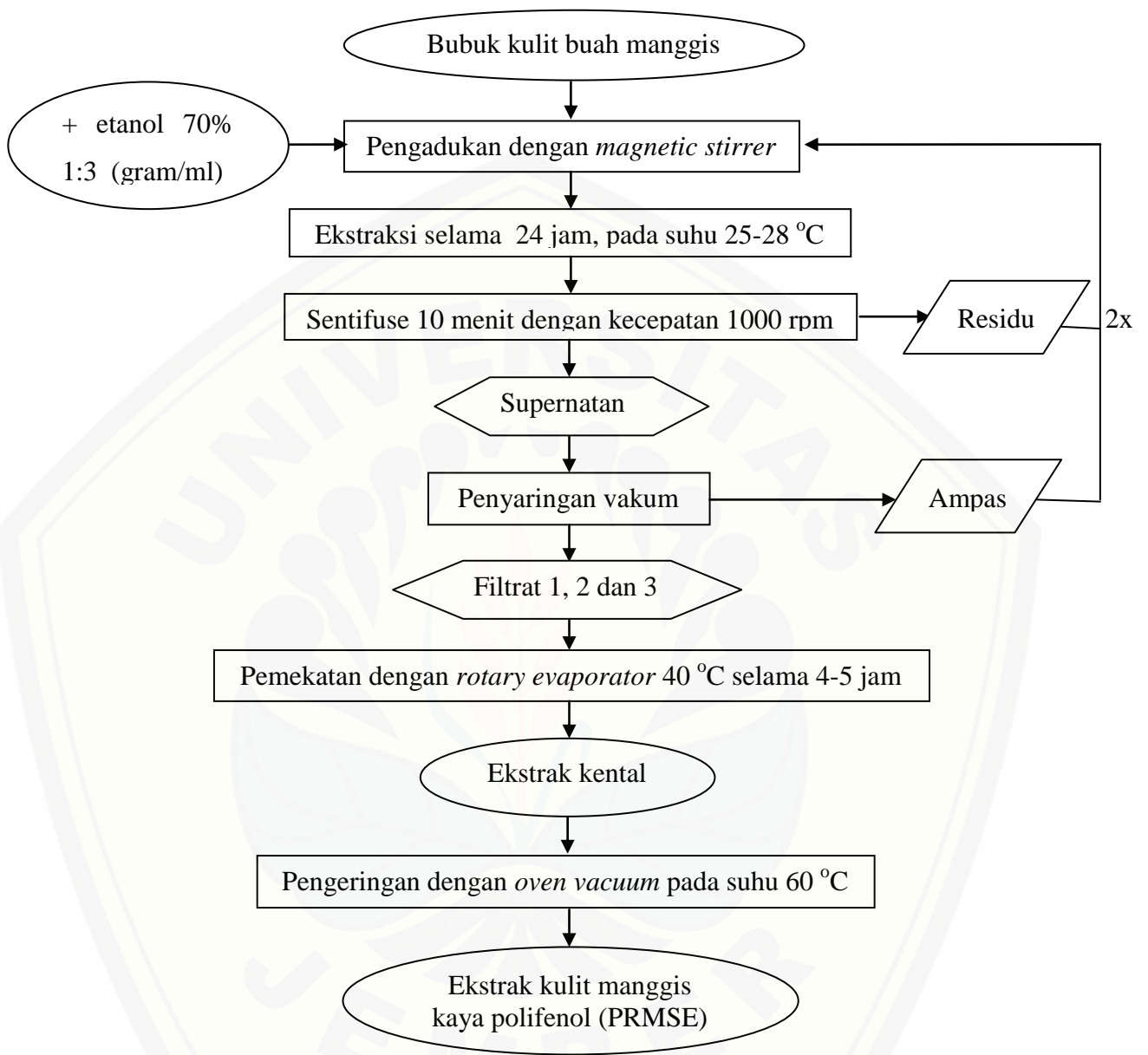
suhu 25-28°C, setelah itu dilakukan penyaringan dengan dipisahkan antara filtrat dengan ampas. Filtrat yang didapat disentrifuse dengan kecepatan 1000 rpm selama 10 menit dan ampas yang didapatkan dari ekstraksi I diekstraksi kembali sampai dilakukan pengulangan 2 kali. Selanjutnya semua filtrat yang diperoleh dilakukan penyaringan vakum dengan menggunakan kertas saring pada suhu 27 °C. Tahap selanjutnya dilakukan pemekatan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40 °C selama 4-5 jam, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan *oven vacuum* pada suhu 60 °C selama 24 jam. Hasil dari pengeringan ekstrak kental didapatkan ekstrak kulit buah manggis kaya polifenol atau *polyphenol-rich mangosteen skin extract* (PRMSE). Menurut Misnawi *et al.*, (2003), cara perhitungan rendemen menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat serbuk setelah oven vakum}}{\text{berat serbuk kulit manggis sebelum ekstraksi}} \times 100\%$$

Proses ekstraksi kulit buah manggis dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.1 Pembuatan bubuk kulit buah manggis

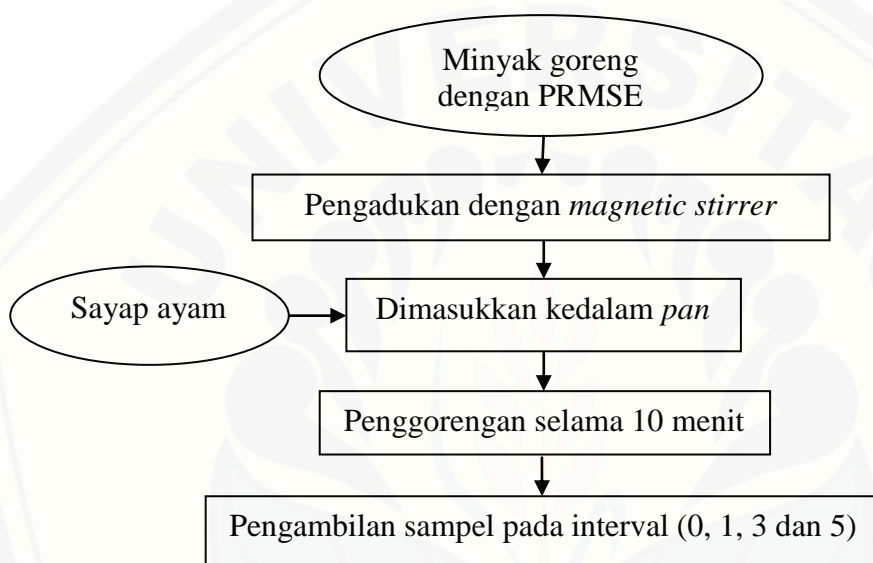


Gambar 3.2 Ekstraksi kulit buah manggis kaya polifenol (PRMSE)

Penambahan PRMSE ke dalam minyak goreng. Tahap pertama dilakukan pencampuran minyak goreng dengan PRMSE menggunakan *magnetic stirrer* dan menyiapkan minyak goreng dengan PRMSE pada masing – masing konsentrasi 0 mg/ml, 0,2 mg/ml, 0,4 mg/ml dan 0,8 mg/ml, kemudian dimasukkan

bagian sayap ayam. Tahap selanjutnya dilakukan pengambilan sampel minyak goreng pada frekuensi 1,3 dan 5 kali penggorengan. Proses tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

Dalam setiap menggoreng dibutuhkan sayap ayam dan volume minyak dengan perbandingan (1:10), volume minyak yang digunakan sebanyak 500 mL dan sayap ayam sebanyak 50 gram. Pengambilan sampel dilakukan pada interval penggorengan ke- 0, 1, 3 dan 5 dan perlakuan diulang sebanyak 3 kali.



Gambar 3.3 Penambahan PRMSE pada minyak goreng

3.4 Parameter Pengamatan

Pada penelitian ini parameter pengamatan yang digunakan yaitu sifat fisik pada minyak goreng meliputi analisis warna menggunakan *colourreader* (Fardiaz, 1992). Sifat kimia dilakukan pada ekstrak kulit buah manggis (PRMSE) meliputi analisis penentuan total polifenol menggunakan metode *Follin-Ciocalteu* (Singelton dan Rossi, 1965), analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (Gadow, 1996). Sifat kimia dilakukan pada minyak goreng meliputi analisis asam lemak bebas metode volumetri (Sudarmadji *et al.*, 1997) dan bilangan peroksida metode volumetri (Sudarmadji *et al.*, 1997). Selanjutnya

dilakukan uji organoleptik pada minyak goreng menggunakan uji kesukaan yang meliputi aroma dan warna (Meilgaard *et al.*, 1999).

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Warna

Warna pada minyak diukur dengan *colour reader*. Aktifkan tombol *on* pada *colour reader*. Pengukuran diawali dengan standarisasi alat, kemudian ujung lensa alat ditempelkan pada permukaan sampel yang akan diamati maka akan muncul nilai pada layar (L, a, b) yang merupakan nilai standarisasi. Pengukuran pada 5 titik yang berbeda. Nilai L menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) dimana rentang nilainya 0 (hitam) - 100 (putih). Nilai a menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik merah-hijau dengan nilai +a (positif) 0-100 untuk warna merah dan -a (negatif) dari 0-(-80) untuk warna hijau. Notasi b menyatakan warna kromatik campuran antara biru dan kuning dengan nilai +b (positif) dari 0-70 untuk kuning dan nilai -b *negative* dari 0-(-70) untuk warna biru. Sampel yang akan diukur warnannya dilakukan dengan cara menekan tombol “target” sehingga akan muncul nilai dE, dL, da, dan db. Nilai yang muncul pada layar selanjutnya dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \text{standart } L + dL$$

$$H = \tan^{-1} b^*/a^*$$

Tabel 3.1 Deskripsi warna berdasarkan °Hue (Hutching, 1999)

°Hue	Deskripsi Warna
18 – 54	Red
54 – 90	Yellow red
90 – 126	Yellow
126 – 162	Yellow green
162 – 198	Green
198 – 234	Blue green
234 – 270	Blue
270 – 306	Blue purple
306 – 342	Purple
342 – 18	Red purple

3.5.2 Penentuan Total Polifenol

Total polifenol ditentukan secara spektrofotometri menggunakan metode *Follin-Ciocalteu* (Singelton dan Rossi, 1965). Sebanyak 0,25 gram ekstrak serbuk kulit buah manggis dimasukkan dalam beaker glass, kemudian diekstraksi dengan 10 ml etanol berulang kali sampai ekstrak pudar warnanya. Ekstrak kemudian disaring dan ditera menggunakan labu ukur 50 ml dengan etanol. Sebanyak 0,1 ml ekstrak tersebut diambil dan dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 8,4 ml aquades. Setelah itu direaksikan dengan 0,5 ml reagen Follin-Ciocalteu 2N dan didiamkan selama 5 menit sebelum ditambahkan dengan 1 ml larutan Na_2CO_3 7 % untuk menstabilkan warna yang terbentuk, kemudian campuran divortex dan diamkan selama 1 jam. Tabung reaksi ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan di tempat gelap. Setelah itu dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 765nm. Untuk penentuan total polifenol juga dilakukan pada sampel ekstrak kental kulit buah manggis dengan mengambil 1 ml kemudian ditera 25 ml (pengenceran 25 kali). Setelah itu prosesnya hampir sama dengan proses sebelumnya.

Pembuatan kurva standar untuk perhitungan polifenol dibuat dengan cara yang sama yaitu menggunakan larutan standar asam galat 0,54 mg/ml dan dibuat pengenceran dengan konsentrasi (0; 0,027; 0,054; 0,081; 0,108; 0,135; 0,162; 0,189; 0,216 mg/ml). Analisa kandungan total polifenol pada sampel dihitung berdasarkan kurva standar asam galat yang diperoleh. Nilai absorbansi (Y) dimasukkan pada persamaan kurva standar asam galat, sehingga diperoleh nilai X yang kemudian dikali faktor pengenceran, lalu hasil perhitungan dibagi dengan berat sampel yang digunakan untuk analisa.

$$\text{Total Polifenol (mg/g)} = \frac{\text{X x Faktor Pengenceran x Volume larutan}}{\text{Berat sampel}}$$

3.5.3 Aktivitas Antioksidan (DPPH)

Aktivitas antioksidan dianalisa berdasarkan kemampuannya menangkap radikal bebas menurut metode yang dikembangkan (Gadow, 1996). Sebanyak 0,1

gram sampel dilarutkan dalam 10 ml etanol pada beaker glass 50 ml, kemudian ditutup dengan aluminium foil dan diaduk dengan stirrer selama 30 menit. Selanjutnya disentrifuse selama 3 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Filtrat yang dihasilkan diambil 0,5 ml dan ditambah 0,25 ml reagen DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhidroksil), didiamkan selama 20 menit, selanjutnya filtrate ditera dengan etanol hingga volume 2,5 ml. Setelah itu diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Blanko dibuat dengan cara mengganti sampel dengan etanol. Aktivitas antioksidan dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{\text{Abs. Blanko} - \text{Abs. Sampel}}{\text{Abs. Sampel}} \times 100 \%$$

3.5.4 Asam Lemak Bebas (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Sebanyak $28,2 \pm 0,2$ g contoh dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian ditambah 50 ml alkohol netral yang panas dan 2 ml indikator phenolphthalein (PP) 1 %. Selanjutnya dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang hingga selama 30 detik.

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000} \times 100 \%$$

3.5.5 Bilangan Peroksida (Sudarmadji *et al.*, 1997)

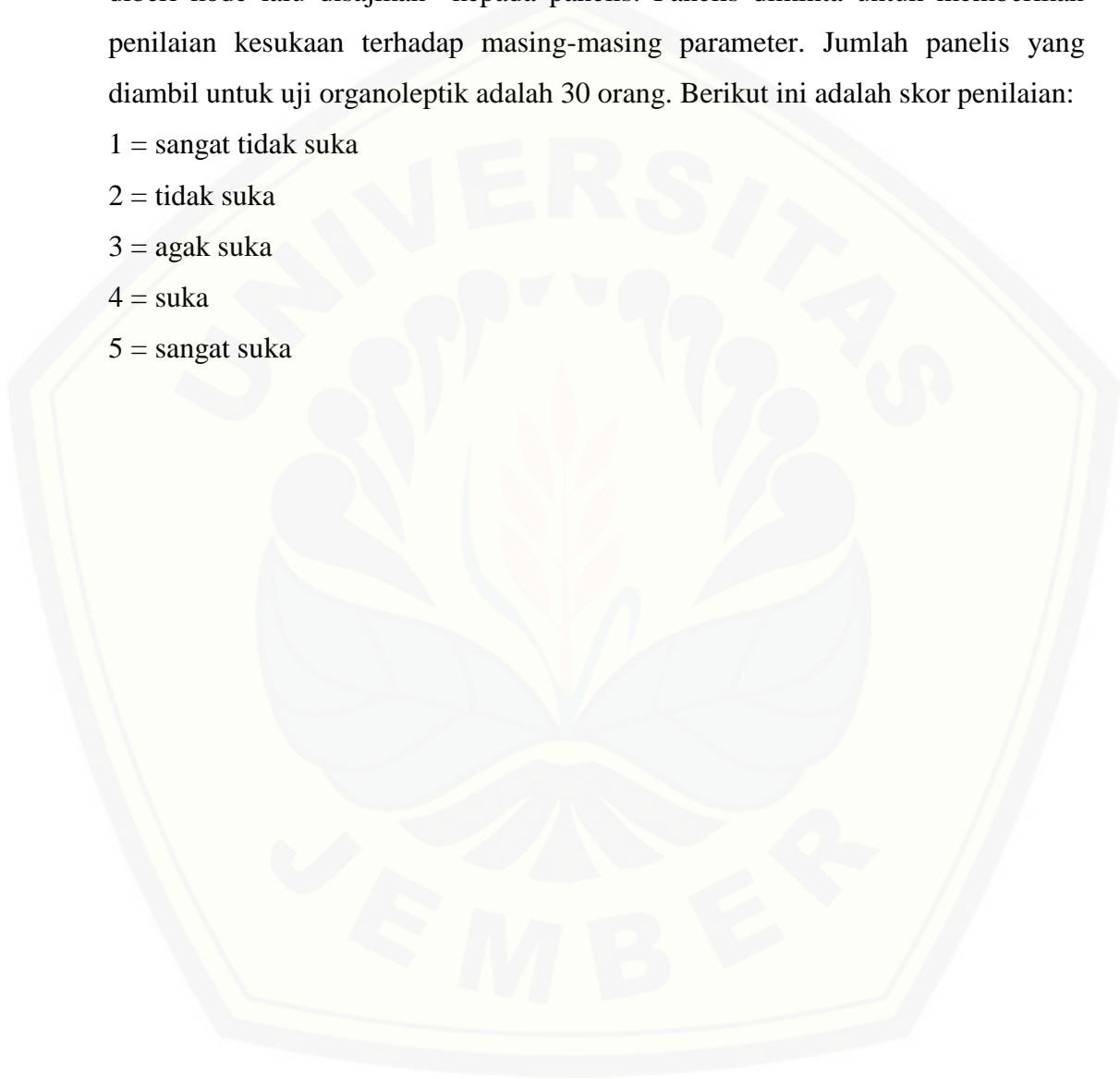
Sebanyak $5 \pm 0,05$ g contoh minyak dimasukkan ke dalam 250 ml erlenmeyer tertutup dan ditambahkan 30 ml larutan asetat-kloroform (3 : 2). Larutan digoyang sampai bahan terlarut semua, kemudian ditambah 0,5 ml larutan jenuh KI dan didiamkan selama 1 menit dengan sesekali digoyang. Selanjutnya ke dalam larutan ditambahkan 30 ml aquades dan dititrasi dengan 0,1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai warna kuning hampir hilang. Langkah akhir adalah penambahan 0,5 ml larutan pati 1 % ke dalam larutan campuran dan titrasi dilanjutkan sampai warna mulai hilang.

$$\text{Angka Peroksida (meq/kg)} = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{\text{Berat sampel (g)}}$$

3.5.6 Sifat Organoleptik

Sifat organoleptik diuji dengan menggunakan uji kesukaan. Parameter yang dilakukan yaitu warna, aroma dan total keseluruhan. Uji ini dilakukan dengan menuangkan minyak pada gelas-gelas kecil yang seragam yang telah diberi kode lalu disajikan kepada panelis. Panelis diminta untuk memberikan penilaian kesukaan terhadap masing-masing parameter. Jumlah panelis yang diambil untuk uji organoleptik adalah 30 orang. Berikut ini adalah skor penilaian:

- 1 = sangat tidak suka
- 2 = tidak suka
- 3 = agak suka
- 4 = suka
- 5 = sangat suka



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan konsentrasi PRSME pada minyak goreng mempengaruhi nilai FFA (asam lemak bebas) dan bilangan peroksida yang dihasilkan. Penambahan PRMSE dapat menurunkan tingkat pertambahan bilangan peroksida dan FFA. Semakin tinggi konsentrasi PRMSE yang ditambahkan pada minyak goreng, maka semakin turun tingkat pertambahan nilai FFA dan bilangan peroksida atau dapat dikatakan sifat kerusakan minyak goreng dapat diperkecil. Hal ini diduga adanya senyawa polifenol dalam PRMSE sehingga dapat mencegah proses oksidasi pada minyak goreng.
2. Nilai FFA dan bilangan peroksida minyak goreng juga dipengaruhi oleh frekuensi penggorengan. Semakin banyak frekuensi penggorengan sifat kerusakan minyak goreng akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan minyak goreng lebih sering digunakan, sehingga kontak langsung dengan oksigen semakin besar dan oksidasi minyak goreng semakin cepat.
3. Penambahan konsentrasi PRMSE dapat mempengaruhi sifat organoleptik warna dan aroma minyak goreng. Tingkat kesukaan konsumen terhadap minyak goreng dengan PRMSE sebelum dilakukan penggorengan.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil penghambatan yang lebih baik, antioksidan alami dapat ditambahkan pada minyak goreng dengan konsentrasi lebih dari 0,8 mg/ml, mengingat belum ada batas maksimal penambahan antioksidan alami ke dalam minyak goreng. Selain itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mempelajari efek penggunaan antioksidan alami dalam proses penggorengan, serta prospek antioksidan alami ekstrak kulit buah manggis (PRMSE) khususnya pada industri makanan dan obat-obatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Banyubiru. 2006. Antioksidan Vs Radikal Bebas. <http://banyubiru.Blogsome.com/2006/1/12/antioksidan-vs-radikalbebas/>. [9 Mei 2015]
- Belitz, H.D. 1999. *Food Chemistry*. Second adition. New York.
- Boots .W., Haenan. R. M. M and Bast. 2008. Health Effects of Quercetin : From Antioxidant to Nutraceutiual. *European Journal of Pharmacology*. Vol 585: 325-337.
- Bravo, L. 1998. *Polyphenols: Chemistry, Dietary Souries, Metabolism and Nutritional Significance*. *Nutrition Review*. Vol 56: 317-333.
- Céspedes Carlos L, Valdez-Moralez Maribel, Avila Jose G, El-Hafidi Mohammed Alarcon Julio and Paredes- Lopez Octavio. 2010. Phytochemical Profile and The Antioxidant Activity Of Chielan Wild Black- Berry Fruits, *Aristotelia Chilensis* (Mol) Stunt (Elaeocarpaceae). *Journal Food Chemistry*. Vol 119 : 886-895.
- Chaverri, J. P., N. C., Rodriguez, M. O. Ibarra, and Rojas, J. M. P. 2008. Medicinal Properties of Mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Food and Chemical Toxicology* Vol 46: 3227–3239.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York. Columbia : University Press.
- Dalimartha, S dan Soediby, M. 1998. *Awet Muda dengan Tumbuhan Obat dan Diet Suplemen*. Jakarta : Trubus Agriwidya.
- Dengi, Y.K., dan Mulyandasari, V., 2009. *Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung sebagai Antioksidan Alami untuk Minyak Goreng Kelapa Sawit*. SKRIPSI. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala.
- Dewi, M.T.I., Hidayati N., 2012, Peningkatan mutu minyak goreng curah menggunakan adsorben bentonit teraktivasi, *UNESA Journal of Chemistry*, Vol 1(2): 47-53.
- Dewi, E.N. 2009. *Penggunaan Polifenol Kakao Untuk Peningkatan Masa Pakai Minyak Goreng Menggunakan Metode Deep Dan Open Frying*. SKRIPSI. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Petanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

- Fardiaz, S.R. 1992. Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Gadow, M.H. 1996. *Measuring Antioxidant Activity*. Dalam Pokorny, J., Yanishileva, N., and Gordon, M (ed). 2001. Antioxidant in Food: Practical Applications. Boca rotan: CRC Press.
- Harborne, J.B. 1996. *Metode Fitokimia: penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*. Terjemahan Phytochemical Methods,. Bandung : ITB Press.
- Hariyadi, P. 2008. *Frying Technology*. Food Review Indonesia III (4) : 22-23.
- Herlina. 1995. *Mempelajari Mutu Minyak Kelapa dari Berbagai Macam Proses Pengolahan Minyak Kelapa*. Jember : Universitas Jember.
- Heyne, K. 1997,. *Tumbuhan Berguna Indonesia III*, Penerjemah : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta : Yayasan Sarana Wahajaya, pp 1385 –1386.
- Indigomorie. 2009. *Antioksidan: Apa yang Kita Perlu Ketahui Tentangnya*.<http://netsains.com/2009/06/antioksidan-apa-yang-kitaperluketahuitentangnya/>. [13 Mei 2015]
- Iqbal, S., Anwar, F. 2005. *Antioxidant Properties and Components of Some Comercially Available Varieties of Rice Bran in Pakistan*. Hlm. 265-272.
- Jinsart, W. Ternai B. Buddhasukh D. Polya GM. 1992. Inhibition of wheat embryo calcium-dependent protein kinase and other kinases by mangostin and gammamangostin. *Phytochemistry*, Vol 31(11): 3711-3713.
- Jung, HA., Su, Bao Ning., Keller, William J. , Mehta, RG., Kinghorn, AD. 2006. Antioxidant Xanthones from the Pericarp of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Kasemwattaraj, P., Moongkarndi, P., Pattanapanyasat, K., Mangmool, S., Rodpai, E., Samer, J., Konlata, J., Sukapirom, K. 2013. *Immunomodulatory Activities of Alpha-mangostin on Peripheral Blood Mononuclear Cells*, *Pubmed*.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI- Press).
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI- Press).

- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI- Press).
- Kiay. 2011. Efek Lama Perendaman Ekstrak Kalamansi (*Citrus microcarpa*) Terhadap Aktivitas Antioksidan Tepung Pisang Goroho (*Musa spp.*). *Chem. Prog.* Vol 4: 27-33.
- Kurniasari, V. 2005. *Efek Temperature Pada Proses Chemisorpi Katalis NZA & H5-NZA Dalam Proses Peningkatan Kualitas Jelantah Dengan Reaktor Fluid Fixed Bed*. SKRIPSI. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Mardawati, E., C.S. Achyar, H. Marta. 2008. *Kajian Aktivitas Antioksidan EKstrak Kulit Manggis (Garcinia mangostana L.) Dalam Rangka Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis di Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya*. Bandung: Litmud Universitas Padjajaran.
- Mardiana, L. 2011. *Ramuan dan Khasiat Kulit Manggis*. Jakarta: Penebar Swadaya. Halaman 6.
- Marati, K. 2006. *Pengaruh Frekuensi Penggorengan dan Perendaman Kulit Pisang Kepok Terhadap Penurunan Bilangan Peroksida Minyak Kelapa Sawit Sisa Pakai*. SKRIPSI. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Meilgaard, M., Civille G.V., Carr B.T. 2009. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Medikasari. 2003. *Bahan Tambahan Makanan : Fungsi dan Penggunaan dalam Makanan*. Makalah Falsafah Sains. Institute Pertanian Bogor.
- Melton, Jafar. 1994. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor. *JAOCs*, 71 (12) : 1301-1308.
- Miryanti, A., Lanny, S., Kurniawan, B., dan tephen, I., 2012. *Ekstraksi Antioksidan Dari Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.)*. Bandung : Universitas Katolik Parahyangan.
- Misnawi, S. 2003. Effect of Cocoa Liquor Roasting on Polyphenol Content, Hydropobicity Astringency. *ASEAN Food Journal*. Vol 12 (2): 103-113.
- Muchtadi, D. 1999. *Memilih Minyak Goreng yang Baik*. Bogor : Departemen of Food Science and Technology. Bogor Agricultural University.
- Muchtadi, D. 2008. *Memilih Minyak Goreng yang Baik*. Bogor : Departemen of Food Science and Technology. Bogor Agricultural University.

- Obolskiy, D., P. Ivo, S. Nisarath, dan H. Michael. 2009. *Garcinia mangostana L.: A Phytochemical and Pharmacological Review*. <http://www.interscience.wiley.com>. [13 Mei 2015]
- Oramahi. 2008. *Sisi Lain dari Naiknya Harga Minyak Goreng*. <http://www.pontianakpost.com/berita/index.asp?Berita=Opini&id=138253>. [18 Mei 2015].
- Permana, A. W., Widayanti, S. M., Prabawati, S., dan Setyabudy, D. A.2012. Sifat Antioksidan Bubuk Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) Instan dan Aplikasinya Untuk Minuman Fungsional Berkarbonasi. *Jurnal Pascapanen*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Vol 9(2): 88-89.
- Pradipta, Ivan S, Nikodemus, T. W. dan Susilawati, Y. 2007. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Golongan Xanton dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol 4(2).
- Pradipta, Ivan S., Nikodemus, Titi W., Susilawati, Yasmiwar. 2007. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Golongan Xanton dari Kulit Buah Manggis*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Praptiwi., dan M. Poeloengan. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Manggis. *Jurnal, Media Litbag Kesehatan*. Vol. XX Nomor 2.
- Purwiyanto H. 2005. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST).
- Pratiwi, I. 2009. *Uji Antibakteri Ekstrak Kasar Daun Acalypha indica terhadap Bakteri Salmonella choleraesuis dan Salmonella typhimurium*. SKRIPSI. Surakarta : Jurusan Biologi FMIPA UNS.
- Raharjo, S. 2008. *Melindungi Kerusakan Oksidasi pada Minyak Selama Penggorengan Dengan Antioksidan*. Food Review Indonesia III : 38-40.
- Ramle. 2008. Study on Antioxidant Activities, Total Phenolic Compound, and Antifungal Properties of Some Malaysian Timbers from Selected Hardwoods Species. *International Conference of Enviromental Research and Technology*. Vol: 472-475.
- Richa, Y. 2009. *Uji aktivitas penangkap radikal dari ekstrak petroleumeter, etil aasetat dan etanol rhizoma binahong (Anredera cordifolia (Tenore) Steen) dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil)*. SKRIPSI. Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Shahidi, F., 1997. *Natural Antioxidant (Chemistry, Health Effect and Application)*. AOAC
- Sinar Tani. 2010. *Limbah Kulit Buah Manggis Sebagai Bahan Pewarna Alami*, http://www.sinartani.com/buahsayur/limbah-kulit-buah_manggisesebagai-bahan-pewarna-alami-1269244129.htm. [18 Mei 2015]
- Singelton, V.L dan Rossi, H.A. 1965. Colorimetry of Total Phenolic with Phosphomolibdic-Phosphotungstic Acid Reagent. *Journal, Enologi and Vitiiculture*. Vol. 16: 147.
- Sluis, W.G. 1985. *Secoiridoids and Xanthones in the Genus Centaurium Hill (Gentianaceae)*. Drukkerij Elinkwijk bv.Utrecht. Halaman 109-114.
- Stevi, G.D., Dewa. G.K dan Vanda.S., 2012. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fenolik dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal*. Vol 1(1) : 11-15.
- Sudarmadji, Suhardi dan Haryono, B. 1982. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta.
- Sudarmadji, Suhardi dan Haryono, B. 1997. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., Bambang, H., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Penerbit Liberty.
- Sutrisno. 2009. *Indonesia Potensi Ekspor Manggis ke Eropa*. <http://kapanlagi.com//indonesiapotensiexpormanggis.html/> [25 Mei 2015].
- Walker, E. B. 2007. *HPLC Analysis Of Selected Xanthones In Mangosteen Fruits*. Weber State University, Ogden, USA.
- Weecharangsan W., 2006. *Antioxidative and neuroprotective activities of extracts from the fruit hull of mangosteen (Garcinia mangostana Linn.)*. *Medical Principle Practtice*. Vol 15: 281- 287.
- White, P. J. 1991. Methods for measuring changes in deep- fat frying oils. *Food Technol*. 45 (2) : 75-80.
- Wijana, S., Arif, H., dan Nur, H. 2005. *Tekno Pangan : Mengolah Minyak Goreng Bekas*. Surabaya: Penerbit Trubus Agrisarana.
- Wijaya, A. 2004. *Development of Simple Harvesting Pole and Natural Beet Dying for Mangosteen*. Denpasar.

- Wijaya, C. H. dan N. Mulyono, 2009, *Bahan Tambahan Pangan Pewarna*, Cetakan Pertama, Bogor: Penerbit Institut Pertanian Bogor Press.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F.G. 2007. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wiyati, S. 1992. Perbandingan Penggunaan Antioksidan Sintetis dan Antioksidan Alami Terhadap Ketengikan Minyak Goreng. *Wahana*. Vol 2(18): 34-35.
- Yetty, M.M. 2003. *Analisis Butilhidroksida Nisol (BHA) dalam Minyak Goreng*. Sigma 6 (1) : 17-27.
- Yuniarti, D.W., Sulistiyati, T.D., dn Suprayitno, E.2013. Pengaruh Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Kualitas Serbuk Albumin Ikan Gabus. *Jurnal*. Fakultas Peikanan dn Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya.

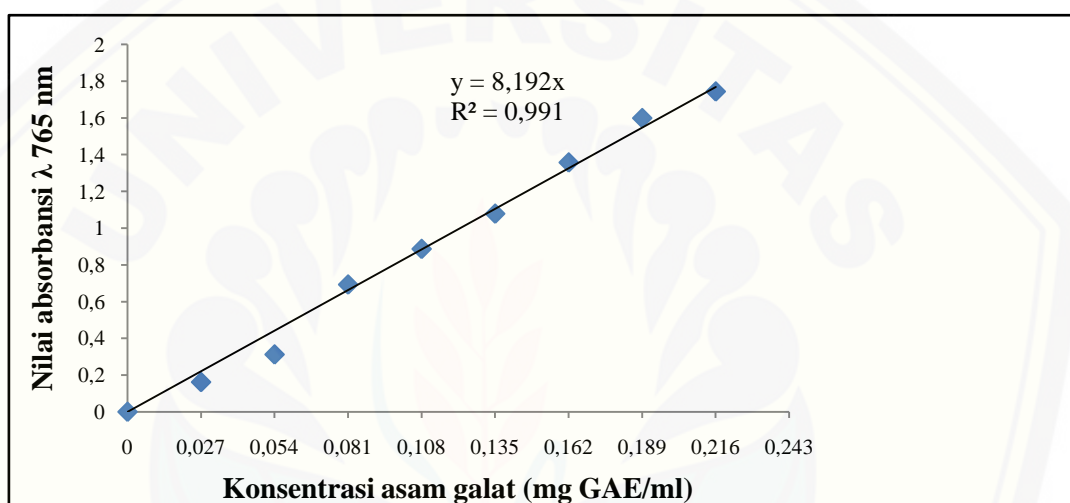
Lampiran A. Rendemen Polyphenol-Rich Mangosteen Skin Extract (PRMSE)

A.1 Data Hasil Perolehan Rendemen PRMSE

Massa buah manggis (g)	Massa kulit basah (g)	Massa kulit kering (g)	Massa bubuk (g)	Massa Ekstrak (g)	Rendemen ekstrak (%)
1000	725	657,64	388	67,12	17,29

Lampiran B. Total Polifenol PRMSE

B.1 Kurva Standar Asam Galat Bereaksi dengan Follin- Ciocalteau pada λ 765 nm



B.2 Data Hasil Pengukuran Nilai Absorbansi Asam Galat dengan Follin-Ciocalteau pada λ 765 nm

Jml. Pengambilan (μ l)	Absorbansi	kons. As.galat (mg GAE/ml)	abs standar-blanko	x
0	0.0392	0	0	
50	0.2012	0.027	0.162	0.02456055
100	0.3517	0.054	0.3125	0.04293213
150	0.7325	0.081	0.6933	0.0894165
200	0.9266	0.108	0.8874	0.11311035
250	1.1186	0.135	1.0794	0.13654785
300	1.3976	0.162	1.3584	0.17060547
350	1.6392	0.189	1.6	0.20009766
400	1.7843	0.216	1.7451	0.21781006

B.3 Data Hasil Analisis Total Polifenol Kulit Buah Manggis PRMSE (Ekstrak Kering)

Ulangan	Abs	Blanko	Konsentrasi (mg GAE/mL)	Total Polifenol (mg GAE/g)	Rata – rata (mg GAE/g)
1	0.232	0.0392	2.8320	566.41	577.80
2	0.237	0.0392	2.89307	578.61	
3	0.241	0.0392	2.94189	588.38	

B.4 Data Hasil Analisis Total Polifenol Kulit Buah Manggis (Ekstrak Cair)

Ulangan	Absorbansi	Blanko	Konsentrasi (mg GAE/mL)	Total Polifenol (mg GAE/g)	Rata – rata (mg/g)
1	0.235	0.0392	2.86865	87.25	87.37
2	0.229	0.0392	2.79541	85.02	
3	0.242	0.0392	2.9541	89.84	

Lampiran C. Aktivitas Antioksidan Kulit Buah Manggis Kaya Polifenol (PRMSE)

C.1 Data Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan PRMSE

Perlakuan	Berat sampel (g)	Absorbansi	Penghambat Radikal Bebas (%)	Rata - Rata (%)
Ulangan 1	0.25	0.06	78.72	78.25
Ulangan 2	0.25	0.061	78.37	
Ulangan 3	0.25	0.063	77.66	
BLANKO				0.282

Lampiran D. Warna (Hue) Minyak Goreng dengan PRMSE**D.1 Data Perhitungan Rata – Rata Nilai Hue Minyak Goreng dengan PRMSE**

Nilai HUE		
Perlakuan	Rata-rata	STDEV
P0F0	228.06	2.11
P1F0	231.42	3.83
P2F0	231.94	2.77
P3F0	222.25	2.36
P0F1	228.06	1.95
P1F1	229.09	2.74
P2F1	229.26	2.50
P3F1	227.82	2.52
P0F3	228.40	1.27
P1F3	229.11	0.73
P2F3	228.35	2.63
P3F3	226.77	2.11
P0F5	230.88	3.05
P1F5	228.34	2.56
P2F5	234.45	2.77
P3F5	233.28	2.04

Lampiran E. Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Goreng dengan PRMSE**E.1 Data Pengamatan Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Goreng dengan PRMSE**

Perlakuan	Berat Sampel (g)			Volume NaOH (mL)		
	1	2	3	1	2	3
P0F0	28.22	28.26	28.22	0.7	0.6	0.6
P0F1	28.21	28.31	28.22	0.8	0.9	0.9
P0F3	28.21	28.28	28.22	1.2	1.2	1.3
P0F5	28.20	28.30	28.23	1.5	1.5	1.6
P1F0	28.21	28.31	28.21	0.4	0.5	0.4
P1F1	28.27	28.22	28.22	0.6	0.6	0.6
P1F3	28.25	28.39	28.21	0.8	0.8	0.8
P1F5	28.25	28.35	28.21	0.8	1.1	0.8
P2F0	28.22	28.23	28.23	0.4	0.5	0.4
P2F1	28.22	28.28	28.21	0.7	0.8	0.8
P2F3	28.20	28.29	28.26	0.8	0.7	0.8
P2F5	28.27	28.40	28.21	0.8	0.8	0.8
P3F0	28.23	28.21	28.21	0.3	0.4	0.3
P3F1	28.25	28.21	28.221	0.4	0.6	0.4
P3F3	28.26	28.21	28.26	0.5	0.8	0.5
P3F5	28.30	28.22	28.21	0.6	0.8	0.6

E.2 Hasil Perhitungan Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Goreng dengan PRMSE

Perlakuan	FFA (%)			Total Perlakuan	Rata - rata	STDEV
	1	2	3			
P0F0	0.0635	0.0543	0.0544	0.1723	0.0574	0.0053
P0F1	0.0726	0.0814	0.0817	0.2356	0.0785	0.0052
P0F3	0.1089	0.1086	0.1179	0.3354	0.1118	0.0053
P0F5	0.1362	0.1357	0.1451	0.4170	0.1390	0.0053
P1F0	0.0363	0.0452	0.0363	0.1178	0.0393	0.0051
P1F1	0.0543	0.0544	0.0544	0.1632	0.0544	0.0001
P1F3	0.0725	0.0721	0.0726	0.2172	0.0724	0.0002
P1F5	0.0725	0.0993	0.0726	0.2444	0.0815	0.0155
P2F0	0.0363	0.0453	0.0363	0.1179	0.0393	0.0052
P2F1	0.0635	0.0724	0.0726	0.2085	0.0695	0.0052
P2F3	0.0726	0.0633	0.0725	0.2084	0.0695	0.0053
P2F5	0.0726	0.0721	0.0726	0.2173	0.0724	0.0003
P3F0	0.0272	0.0363	0.0272	0.0907	0.0302	0.0052
P3F1	0.0362	0.0544	0.0363	0.1270	0.0423	0.0105
P3F3	0.0453	0.0726	0.0453	0.1632	0.0544	0.0158
P3F5	0.0543	0.0726	0.0545	0.1813	0.0604	0.0105
Total						
Kelompok	1.0248	1.1403	1.0522	3.2173	1.0724	
Rata - rata						
Kelompok	0.0640	0.0713	0.0658	0.2011	0.0670	
STDEV	0.0280	0.0257	0.0310	0.0833	0.0278	

E.3 Data Perhitungan Delta (Δ) Frekuensi Penggoengan Setiap Konsentrasi PRMSE

delta	FFA (%)			Total Perlakuan	Rata - rata	STDEV
	1	2	3			
P0ΔF1:F0	1.1431	1.4978	1.5000	4.1408	1.3803	0.1427
P0ΔF3:F1	1.5003	1.3343	1.4441	4.2787	1.4262	0.1137
P0ΔF5:F3	1.2503	1.2493	1.2307	3.7303	1.2434	0.1378
P1ΔF1:F0	1.4968	1.2042	1.5000	4.2009	1.4003	0.1699
P1ΔF3:F1	1.3341	1.3249	1.3336	3.9926	1.3309	0.0052
P1ΔF5:F3	0.9999	1.3774	1.0000	3.3773	1.1258	0.2179
P2ΔF1:F0	1.7498	1.1980	1.5015	4.4493	1.4831	0.2764
P2ΔF3:F1	1.1437	1.1663	1.3309	3.6408	1.2136	0.1022
P2ΔF5:F3	0.9996	1.1385	1.0018	3.1398	1.0466	0.0795
P3ΔF1:F0	1.3324	1.4997	1.3327	4.1649	1.3883	0.0965
P3ΔF3:F1	1.2495	1.3333	1.2482	3.8311	1.2770	0.0487
P3ΔF5:F3	1.1983	0.9999	1.2022	3.4004	1.1335	0.1157
Total Kelompok	15.3978	15.3235	15.6256	46.3469	15.4490	
Rata - rata Kelompok	1.2831	1.2770	1.3021	3.8622	1.2874	
STDEV	0.2184	0.1470	0.1759	0.4108	0.1369	

E.4 Hasil Sidik Ragam Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Goreng dengan PRMSE

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F Tabel		Keterangan
					5%	1%	
Kelompok	2	0.0005	0.0002	3.8097	3.2945	5.3363	*
Perlakuan	15	0.0347	0.0023	38.6694	1.9920	2.6546	**
P	3	0.0160	0.0053	89.2063	2.9011	4.4594	**
F	3	0.0148	0.0049	82.7706	2.9011	4.4594	**
PF	9	0.0038	0.0004	7.1233	2.1888	3.0208	**
Galat	32	0.0019	0.0001				
Total	47	0.0366					

E.5 Hasil DMRT Taraf Kepercayaan 95% Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Goreng dengan PRMSE

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SE	0.004463	0.004463	0.0044629	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446	0.00446
SSR	2.881	3.028	3.123	3.192	3.243	3.284	3.317	3.344	3.366	3.385	3.401	3.415	3.426	3.436	3.445	3.453
LSR	0.012858	0.013514	0.0139376	0.01425	0.01447	0.01466	0.0148	0.01492	0.01502	0.01511	0.01518	0.01524	0.01529	0.01533	0.01537	0.01541

Perlakuan	Rata-rata	SELISIH																NOTASI	
		0.0302	0.0393	0.0393	0.0423	0.0544	0.0544	0.0574	0.0604	0.0695	0.0695	0.0724	0.0724	0.0785	0.0815	0.1118	0.1390		
P3F0	0.0302	0.0000																a	
P2F0	0.0393	0.0091	0.0000																a
P1F0	0.0393	0.0090	0.0000	0.0000															a
P3F1	0.0423	0.0121	0.0030	0.0031	0.0000														ab
P3F3	0.0544	0.0241	0.0151	0.0151	0.0121	0.0000													bc
P1F1	0.0544	0.0242	0.0151	0.0151	0.0121	0.0000	0.0000												bc
P0F0	0.0574	0.0272	0.0181	0.0182	0.0151	0.0030	0.0030	0.0000											cd
P3F5	0.0604	0.0302	0.0211	0.0212	0.0181	0.0060	0.0060	0.0030	0.0000										cd
P2F3	0.0695	0.0392	0.0302	0.0302	0.0272	0.0151	0.0151	0.0120	0.0090	0.0000									de
P2F1	0.0695	0.0393	0.0302	0.0302	0.0272	0.0151	0.0151	0.0121	0.0091	0.0000	0.0000								def
P2F5	0.0724	0.0422	0.0331	0.0332	0.0301	0.0180	0.0180	0.0150	0.0120	0.0030	0.0029	0.0000							ef
P1F3	0.0724	0.0422	0.0331	0.0331	0.0301	0.0180	0.0180	0.0150	0.0120	0.0029	0.0029	0.0000	0.0000						ef
P0F1	0.0785	0.0483	0.0393	0.0393	0.0362	0.0242	0.0241	0.0211	0.0181	0.0091	0.0090	0.0061	0.0061	0.0000					f
P1F5	0.0815	0.0512	0.0422	0.0422	0.0391	0.0271	0.0271	0.0240	0.0210	0.0120	0.0120	0.0090	0.0091	0.0029	0.0000				f
P0F3	0.1118	0.0816	0.0725	0.0725	0.0695	0.0574	0.0574	0.0544	0.0514	0.0423	0.0423	0.0394	0.0394	0.0333	0.0303	0.0000			g
P0F5	0.1390	0.1087	0.0997	0.0997	0.0967	0.0846	0.0846	0.0816	0.0786	0.0695	0.0695	0.0666	0.0666	0.0604	0.0575	0.0272	0.0000		h

Lampiran F. Bilangan Peroksida Minyak Goreng dengan PRMSE**F.1 Data Pengamatan Bilangan Peroksida Minyak Goreng dengan PRMSE**

Perlakuan	Berat Sampel (g)			Volume Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)		
	1	2	3	1	2	3
P0F0	5.03	5.05	5.06	0.1	0.1	0.2
P0F1	5.06	5.07	5.06	1	1.1	1.2
P0F3	5.03	5.06	5.07	1.7	1.8	1.9
P0F5	5.03	5.07	5.06	2.8	2.9	2.9
P1F0	5.05	5.06	5.06	0.2	0.2	0.2
P1F1	5.12	5.07	5.06	0.4	0.4	0.5
P1F3	5.06	5.07	5.05	0.5	0.6	0.5
P1F5	5.00	5.05	5.07	0.6	0.7	0.8
P2F0	5.06	5.06	5.07	0.2	0.2	0.2
P2F1	5.06	5.06	5.06	0.4	0.4	0.5
P2F3	5.05	5.06	5.07	0.4	0.5	0.5
P2F5	5.09	5.06	5.07	0.7	0.7	0.7
P3F0	5.06	5.06	5.09	0.1	0.2	0.1
P3F1	5.05	5.08	5.04	0.4	0.4	0.4
P3F3	5.05	5.06	5.05	0.5	0.5	0.5
P3F5	5.06	5.06	5.08	0.6	0.7	0.6

F.2 Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida Minyak Goreng dengan PRMSE

Perlakuan	Angka Peroksida (meq/kg)			Total Perlakuan	Rata - rata	STDEV
	1	2	3			
P0F0	1.99	1.98	3.95	7.92	2.64	1.14
P0F1	19.76	21.70	23.70	65.17	21.72	1.97
P0F3	33.78	35.57	37.49	106.84	35.61	1.85
P0F5	55.72	57.24	57.30	170.27	56.76	0.90
P1F0	3.96	3.95	3.95	11.86	3.95	0.00
P1F1	7.81	7.89	9.88	25.58	8.53	1.17
P1F3	9.89	11.84	9.90	31.63	10.54	1.12
P1F5	12.00	13.85	15.79	41.64	13.88	1.90
P2F0	3.96	3.95	3.94	11.85	3.95	0.01
P2F1	7.91	7.90	9.89	25.70	8.57	1.15
P2F3	7.92	9.89	9.87	27.67	9.22	1.13
P2F5	13.74	13.84	13.79	41.37	13.79	0.05
P3F0	1.98	3.95	1.96	7.90	2.63	1.15
P3F1	7.92	7.87	7.94	23.72	7.91	0.04
P3F3	9.90	9.89	9.90	29.68	9.89	0.01
P3F5	11.87	13.83	11.81	37.51	12.50	1.15
Total Kelompok	210.08	225.14	231.09	666.31	222.10	
Rata - rata Kelompok	13.13	14.07	14.44	41.64	13.88	
STDEV	13.75	14.12	14.37	42.18	14.06	

F.3 Data Perhitungan Delta (Δ) Frekuensi Penggorengan Setiap Konsentrasi PRMSE

delta	meq/Kg			Total Perlakuan	Rata - rata	STDEV
	1	2	3			
P0ΔF1:F0	9.9484	10.9685	5.9942	26.9111	8.9704	2.6274
P0ΔF3:F1	1.7096	1.6387	1.5818	4.9301	1.6434	0.0641
P0ΔF5:F3	1.6493	1.6094	1.5285	4.7872	1.5957	0.0616
P1ΔF1:F0	1.9721	1.9959	2.4996	6.4676	2.1559	0.2979
P1ΔF3:F1	1.2660	1.5013	1.0019	3.7693	1.2564	0.2498
P1ΔF5:F3	1.2137	1.1696	1.5954	3.9786	1.3262	0.2341
P2ΔF1:F0	1.9996	1.9988	2.5081	6.5065	2.1688	0.2938
P2ΔF3:F1	1.0011	1.2515	0.9976	3.2503	1.0834	0.1456
P2ΔF5:F3	1.7348	1.3996	1.3981	4.5324	1.5108	0.1940
P3ΔF1:F0	4.0042	1.9893	4.0437	10.0372	3.3457	1.1749
P3ΔF3:F1	1.2502	1.2568	1.2458	3.7528	1.2509	0.0055
P3ΔF5:F3	1.1991	1.1994	1.1937	3.5922	1.1974	0.0032
Total Kelompok	28.9482	27.9788	25.5883	82.5153	27.5051	
Rata - rata Kelompok	2.4124	2.3316	2.1324	6.8763	2.2921	
STDEV	2.5007	2.7378	1.4946	6.5856	2.1952	

F.4 Hasil Sidik Ragam Bilangan Peroksida Minyak Goreng dengan PRMSE

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F Tabel		Keterangan
					5%	1%	
Kelompok	2	14.66	7.33	6.17	3.29	5.34	**
Perlakuan	15	8896.27	593.08	498.80	1.99	2.65	**
P	3	3752.41	1250.80	1051.96	2.90	4.46	**
F	3	2760.23	920.08	773.81	2.90	4.46	**
PF	9	2383.64	264.85	222.75	2.19	3.02	**
Galat	32	38.05	1.19				
Total	47	8948.98	190.40				

F.5 Hasil DMRT 5% Bilangan Peroksida Minyak Goreng dengan PRMSE

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SE	0.62956	0.62956	0.62956	0.62956	0.62956	0.62956	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556	0.629556
SSR	2.881	3.028	3.123	3.192	3.243	3.284	3.317	3.344	3.366	3.385	3.401	3.415	3.426	3.436	3.445	3.453
LSR	1.81375	1.9063	1.9661	2.00954	2.04165	2.06746	2.08824	2.10523	2.11909	2.13105	2.14112	2.14993	2.15686	2.16315	2.16882	2.17386

Perlakuan	Rata-rata	selisih																Notasi
		2.63	2.64	3.95	3.95	7.91	8.53	8.57	9.22	9.89	10.54	12.50	13.79	13.88	21.72	35.61	56.76	
P3F0	2.63	0.000																a
P0F0	2.64	0.008	0.000															a
P2F0	3.95	1.319	1.311	0.000														ab
P1F0	3.95	1.323	1.315	0.004	0.000													ab
P3F1	7.91	5.276	5.268	3.958	3.954	0.00												bc
P1F1	8.53	5.894	5.886	4.575	4.571	0.62	0.00											c
P2F1	8.57	5.935	5.927	4.616	4.612	0.66	0.04	0.00										c
P2F3	9.22	6.593	6.585	5.274	5.270	1.32	0.70	0.66	0.00									cd
P3F3	9.89	7.261	7.253	5.942	5.938	1.98	1.37	1.33	0.67	0.00								cd
P1F3	10.54	7.910	7.902	6.592	6.587	2.63	2.02	1.98	1.32	0.65	0.00							cd
P3F5	12.50	9.872	9.864	8.554	8.549	4.60	3.98	3.94	3.28	2.61	1.96	0.00						cd
P2F5	13.79	11.158	11.150	9.840	9.835	5.88	5.26	5.22	4.57	3.90	3.25	1.29	0.00					d
P1F5	13.88	11.248	11.240	9.930	9.925	5.97	5.35	5.31	4.66	3.99	3.34	1.38	0.09	0.00				d
P0F1	21.72	19.091	19.083	17.772	17.768	13.81	13.20	13.16	12.50	11.83	11.18	9.22	7.93	7.84	0.00			e
P0F3	35.61	32.983	32.975	31.664	31.660	27.71	27.09	27.05	26.39	25.72	25.07	23.11	21.82	21.73	13.89	0.00		f
P0F5	56.76	54.124	54.117	52.806	52.802	48.85	48.23	48.19	47.53	46.86	46.21	44.25	42.97	42.88	35.03	21.14	0.00	g

Lampiran G. Sifat Organoleptik Warna Minyak Goreng dengan PRMSE

G.1 Data Nilai Kesukaan Warna Minyak Goreng dengan PRMSE

KODE SAMPEL	PANELIS																														Jumlah	rata - rata	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
315	3	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	3	4	3	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	5	125	4.17
765	3	4	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	5	4	4	2	5	5	4	4	4	2	4	4	3	115	3.83
849	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	5	2	3	2	2	3	2	99	3.30	
929	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	3	2	4	2	4	2	3	2	2	3	4	3	2	2	2	2	2	2	79	2.63	
485	3	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	2	4	4	5	5	5	4	4	5	5	3	4	3	3	4	5	130	4.33	
517	4	5	4	4	5	4	5	5	3	4	5	5	4	4	2	3	4	4	5	3	3	4	4	5	3	4	2	4	4	4	119	3.97	
236	2	3	2	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	5	2	4	2	3	3	3	4	2	3	3	2	3	2	94	3.13	
195	2	2	3	3	2	3	3	4	3	4	3	3	4	2	4	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	80	2.67	
297	2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	2	4	3	5	5	5	4	3	5	5	4	4	3	3	4	3	127	4.23	
683	3	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	5	4	4	2	4	4	2	4	3	3	4	3	112	3.73	
418	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	5	4	4	4	3	2	4	4	2	3	3	2	3	2	99	3.30	
525	2	2	2	3	1	2	2	4	3	3	3	3	2	2	4	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	73	2.43	
721	4	4	4	4	5	4	5	5	3	4	5	5	4	5	2	4	4	4	5	4	3	2	4	5	4	4	2	3	4	2	117	3.90	
864	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	2	3	3	3	5	4	4	3	5	4	3	4	2	4	4	3	113	3.77	
961	3	2	3	3	1	2	2	3	4	3	2	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	4	2	2	2	72	2.40	
103	2	3	3	2	2	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	2	4	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	78	2.60	
JUMLAH	45	56	60	56	57	56	60	65	61	63	63	63	54	56	45	49	57	53	66	54	52	42	62	63	43	51	41	44	51	44			

G.2 Hasil Uji *Friedman* Warna Minyak Goreng dengan PRMSE

Ranks		Test Statistics ^a	
	Mean Rank	N	
P0F0	12.07	30	
P0F1	10.48	Chi-Square	231.801
P0F3	7.92	df	15
P0F5	4.83	Asymp. Sig.	.000
P1F0	12.97	a. Friedman Test	
P1F1	11.13		
P1F3	7.08		
P1F5	5.05		
P2F0	12.60		
P2F1	10.05		
P2F3	7.83		
P2F5	4.10		
P3F0	10.77		
P3F1	10.20		
P3F3	4.27		
P3F5	4.65		

Lampiran H. Sifat Organoleptik Aroma Minyak Goreng dengan PRMSE

H.1 Data Nilai Kesukaan Aroma Minyak Goreng dengan PRMSE

KODE SAMPEL	PANELIS																														JUMLAH	RATA-RATA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
315	2	4	5	4	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4	4	2	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	2	2	4	5	122	4.07
765	3	3	5	2	4	2	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	2	4	3	3	2	2	5	2	3	2	3	1	2	94	3.13
849	2	2	1	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	2	2	3	2	4	3	3	2	2	2	4	1	2	3	2	2	1	74	2.47
929	1	2	2	2	3	3	2	4	2	3	2	2	3	3	3	2	3	4	3	2	2	2	3	2	1	3	2	1	1	1	69	2.30
485	2	3	5	4	3	4	4	3	2	3	5	5	4	4	3	3	4	4	3	2	2	3	3	5	2	3	2	2	4	1	97	3.23
517	2	2	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	2	3	2	3	5	2	3	2	3	1	1	89	2.97
236	2	2	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	2	3	3	2	3	3	2	2	2	4	1	2	89	2.97
195	2	1	1	2	4	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	4	2	3	3	2	2	3	2	1	1	2	1	2	68	2.27
297	4	5	3	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	3	4	4	3	4	5	5	4	4	4	5	3	4	4	1	4	5	125	4.17
683	2	3	2	3	3	4	4	3	3	3	3	3	5	4	3	2	3	4	3	3	3	3	2	4	3	3	4	2	3	1	91	3.03
418	2	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4	4	2	3	2	2	3	4	3	3	3	2	3	4	3	1	1	2	2	1	81	2.70
525	2	2	1	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	4	2	3	3	2	2	3	3	1	3	1	1	71	2.37	
721	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	4	2	5	5	4	3	4	5	3	4	4	3	4	4	126	4.20
864	2	3	4	3	4	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	2	3	5	4	2	3	3	2	1	1	4	3	1	88	2.93
961	4	1	1	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1	2	1	71	2.37
103	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	3	2	3	2	2	3	1	2	2	2	1	1	71	2.37
JUMLAH	38	43	47	48	55	47	56	56	51	54	60	60	51	55	47	40	55	54	52	52	48	40	44	59	36	41	35	37	35	30		

H.2 Hasil Uji *Friedman* Aroma Minyak Goreng dengan PRMSE

Ranks

	Mean Rank
P0F0	12.80
P0F1	9.68
P0F3	6.37
P0F5	5.48
P1F0	9.88
P1F1	8.82
P1F3	8.75
P1F5	5.17
P2F0	13.35
P2F1	8.95
P2F3	7.33
P2F5	5.40
P3F0	13.87
P3F1	8.43
P3F3	5.88
P3F5	5.83

Test Statistics^a

N	30
Chi-Square	195.790
df	15
Asymp. Sig.	.000

a. Friedman Test

J. Lembar Kuisisioner Uji Organoleptik Minyak Goreng dengan PRMSE

Tanggal :

Nama :

Jenis kelamin :

Usia :

Dihadapan Saudara tersaji 16 sampel minyak. Saudara diminta menilai 16 sampel tersebut berdasarkan skala sebagai berikut :

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 = sangat tidak suka | 4 = suka |
| 2 = tidak suka | 5 = sangat suka |
| 3 = agak suka | |

Isikan jawaban Saudara pada kolom dibawah ini:

Kode sampel	Warna	Aroma	Keseluruhan
315			
765			
849			
929			
485			
517			
236			
195			
297			
683			
418			
525			
721			
864			
961			
103			

K. Gambar Minyak Goreng dengan PRMSE



Ekstrak Kulit Buah Manggis



Ekstrak Kulit Buah Manggis Kaya Polifenol (PRMSE)



Minyak Goreng dengan Konsentrasi PRMSE 0 mg/mL (P0)



Minyak Goreng dengan Konsentrasi PRMSE 0,2 mg/mL (P1)



Minyak Goreng dengan Konsentrasi PRMSE 0,4 mg/mL (P2)



Minyak Goreng dengan Konsentrasi PRMSE 0,8 mg/mL (P3)