

**PENGARUH AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF EKSTRAK TEMPE KEDELAI
(*Glycine max.L.mer*) TERHADAP KUALITAS DAGING SAPI GILING
SELAMA PENYIMPANAN PADA KONDISI YANG BERBEDA**

TESIS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Guna mencapai derajat Magister Sains
Program Studi Biosains



Rini Pramesti
NIM. S900905003

PROGRAM STUDI BIOSAINS
PASCA SARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2007
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu Perguruan Tinggi serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari dapat ditemukan adanya unsur penjiplakan maka gelar magister yang telah diperoleh dapat ditinjau kembali dan/atau dicabut.

Surakarta, Juli 2007

Rini Pramesti

**PENGARUH AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF EKSTRAK TEMPE
(*Glycine max.L.mer*) TERHADAP KUALITAS DAGING SAPI GILING
SELAMA PENYIMPANAN PADA KONDISI YANG BERBEDA**

Disusun oleh :

Rini Pramesti

S900905003

Telah disetujui oleh Dewan Pembimbing

Pada tanggal

Dewan Pembimbing

Jabatan

Nama

Tanda tangan

Tanggal

Pembimbing I Prof. Drs. Suranto, M.Sc, PhD
 NIP. 131 472 192

Pembimbing II Dr. rer. nat. Sajidan, M.Si.
 NIP. 130 189 321

Mengetahui

Ketua Program Studi Biosains

Prof. Drs. Suranto, M.Sc. PhD

NIP. 131 472 192

PENGARUH AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF EKSTRAK TEMPE
(*Glycine max.L.mer*) TERHADAP KUALITAS DAGING SAPI GILING
SELAMA PENYIMPANAN PADA KONDISI YANG BERBEDA

Disusun oleh :

Rini Pramesti

S900905003

Telah disetujui oleh Tim Penguji

Pada tanggal

Jabatan	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	Prof. Drs. Sutarno, MSc, PhD.
Sekretaris	Dr. Sunarto, M.Si
Anggota	1. Prof. Drs. Suranto, M.Sc, PhD.

2. Dr. rer. nat. Sajidan, M.Si.

Mengetahui

Ketua Program Studi Biosains Prof. Drs. Suranto, M.Sc. PhD
NIP. 131 472 192

Direktur Program Pasca Sarjana Prof. Drs. Haris Mudjiman, M.A., PhD
NIP. 130 344 454

MOTTO

Ujian bagi orang sukses bukan pada kemampuannya untuk mencegah
munculnya masalah, melainkan bagaimana ia menghadapi dan
menyelesaikan masalah yang muncul.

(David J.Schwartz)

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACK.....	vi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR SINGKATAN.....	xx
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah.....	4
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka.....	7
1. Daging.....	7
2. Oksidasi Lemak.....	10
3. Antioksidan.....	13
4. Tempe.....	15
B. Kerangka Pemikiran.....	18
C. Hipotesis.....	20
BAB III. METODE PENELITIAN.....	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
B. Alat dan Bahan.....	21
1. Alat.....	21

2. Bahan.....	21
C. Cara Kerja.....	22
1. Pembuatan Inokulum.....	22
2. Pembuatan Tempe.....	22
3. Ekstraksi Tempe.....	22
4. Persiapan Sampel.....	23
5. Uji TBARS.....	23
6. Uji Metmioglobin.....	24
7. Uji Warna dan Aroma	24
8. Pengukuran nilai pH	26
D. Analisis Data.....	26
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Nilai TBARS.....	30
B. Nilai Metmioglobin Relatif.....	40
C. Warna.....	48
D. Aroma.....	58
E. pH.....	62
BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN.....	68
A. Kesimpulan.....	68
B. Implikasi.....	68
C. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Perubahan Mioglobin Dalam Daging Segar.....	9
Gambar 2.	Mekanisme Oksidasi Lemak.....	11
Gambar 3.	Struktur Kimia Isoflavon Aglikon.....	16
Gambar 4.	Struktur Kimia Isoflavon Glikosida.....	17
Gambar 5.	Kerangka Pemikiran.....	19
Gambar 6.	Kedelai kuning (kiri). Kedelai hitam (kanan).....	28
Gambar 7.	Tempe Kedelai Kuning (kiri). Tempe Kedelai Hitam (kanan)	28
Gambar 8.	Ekstrak Tempe Kedelai Kuning (kiri; A=ekstrak tempe konsentrasi 1 g, B= ekstrak tempe konsentrasi 1,5 g, C= ekstrak tempe konsentrasi 2 g). Ekstrak Tempe Kedelai Hitam (kanan; A=ekstrak tempe konsentrasi 1 g, B= ekstrak tempe konsentrasi 1,5 g, C= ekstrak tempe konsentrasi 2 g)	29
Gambar 9.	Reaksi TBA Dengan Malondialdehyde	31
Gambar 10.	Grafik nilai TBARS (nmol MDA/g daging) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan di dalam <i>freezer</i> (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g).....	33
Gambar 11.	Grafik nilai TBARS (nmol MDA/g daging) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan di dalam lemari es (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲-	

- 1,5 g; -x- 2 g)..... 33
- Gambar 12. Grafik nilai TBARS (nmol MDA/g daging) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan di dalam *freezer* 36
- Gambar 13. Grafik nilai TBARS (nmol MDA/g daging) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan di dalam lemari es (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g)..... 36
- Gambar 14. Grafik nilai metmioglobin relatif (%) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan di dalam *freezer* (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g)..... 42
- Gambar 15. Grafik nilai metmioglobin relatif (%) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan di dalam lemari es (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g)..... 43
- Gambar 16. Grafik nilai metmioglobin relatif (%) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan di dalam *freezer* (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g)..... 45
- Gambar 17. Grafik nilai metmioglobin relatif (%) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan di

	dalam lemari es (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g).....	46
Gambar 18a.	Warna daging sapi giling standar	50
Gambar 18b.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning pada hari ke-0.....	50
Gambar 19a.	Warna daging sapi giling standar.....	51
Gambar 19b.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam pada hari ke-0.....	51
Gambar 20a.	Warna daging sapi giling standar.....	52
Gambar 20b.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam pada penyimpanan dalam <i>freezer</i> hari ke-6.....	52
Gambar 20c.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam pada penyimpanan dalam lemari es hari ke-6.....	52
Gambar 20d.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning pada penyimpanan dalam <i>freezer</i> hari ke-6.....	53
Gambar 20e.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning pada penyimpanan dalam lemari es hari ke-6.....	53
Gambar 21a.	Warna daging sapi giling standar.....	56
Gambar 21b.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam pada penyimpanan dalam <i>freezer</i> hari ke-10.....	56
Gambar 21c.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam pada penyimpanan dalam lemari es hari ke-	

	10.....	56
Gambar 21d.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning pada penyimpanan dalam lemari es hari ke-10.....	57
Gambar 21e.	Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning pada penyimpanan dalam <i>freezer</i> hari ke-10.....	57
Gambar 22.	Grafik nilai pH daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan di dalam <i>freezer</i> (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g).....	63
Gambar 23.	Grafik nilai pH daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan di dalam lemari es (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g).....	63
Gambar 24.	Grafik nilai pH daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan di dalam <i>freezer</i> (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g).....	64
Gambar 25.	Grafik nilai pH daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan di dalam lemari es (-♦- kontrol (0 g); -■- 1 g; -▲- 1,5 g; -x- 2 g).....	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.	Nilai TBARS (nmol MDA/g daging) daging sapi giling dengan

	penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	32
Tabel 2.	Nilai TBARS (nmol MDA/g daging) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	34
Tabel 3.	Nilai metmioglobin relatif (%) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda	41
Tabel 4.	Nilai metmioglobin relatif (%) daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda	44
Tabel 5.	Skor warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	49
Tabel 6.	Skor warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	50
Tabel 7.	Skor aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	58
Tabel 8.	Skor aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	60

Tabel 9.	Nilai pH daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	62
Tabel 10.	Nilai pH daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam selama penyimpanan pada kondisi yang berbeda.....	64

DAFTAR SINGKATAN

1,1,3,3 TEP	: 1,1,3,3 Tetra Etoksi Propana
BHA	: Butylated hidroxyanisol
BHT	: Butylated hidrotoluena
C	: Celcius
cfu	: Coliform unit
Fe	: ferum
g	: gram
Kkal	: kilo kalori
Mb	: Mioglobin
MbO	: Oksimioglobin
MDA	: Malonaldehid
MetMb	: Metmioglobin
ml	: mili liter
mol	: molar
nm	: nano meter
nmol	: nano molar
OD	: optical density
pH	: potential hydrogen
rpm	: rotation per minutes
TBA	: Thiobarbituric Acid
TBARS	: Thiobarbituric Acid Reactive Substances

TCA : Thricloroacetic
 V : Volume

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Kurva Standart	74
Lampiran 2	Analisis Data TBARS	75
Lampiran 3	Analisis Data Nilai Metmioglobin	78
Lampiran 4	Analisis Data Skor Warna	81
Lampiran 5	Analisis Data Skor Aroma	84
Lampiran 6	Analisis Data Nilai pH	87

ABSTRAK

Rini Pramesti. 2007. *PENGARUH AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF EKSTRAK TEMPE KEDELAI (*Glycine max.L.mer*) TERHADAP KUALITAS DAGING SAPI GILING SELAMA PENYIMPANAN PADA KONDISI YANG BERBEDA.* PROGRAM STUDI BIOSAINS. PROGRAM PASCA SARJANA. UNIVERSITAS SEBELAS MARET. SURAKARTA.

Daging mudah mengalami oksidasi karena mengandung asam lemak takjenuh. Oksidasi pada daging dapat mengakibatkan kerusakan, yaitu ketengikan, perubahan

struktur dan warna pada daging. Kerusakan oksidatif dapat dicegah dengan menggunakan antioksidan. Kedelai merupakan salah satu bahan makanan yang mengandung isoflavon yang dapat mencegah kerusakan oksidatif. Kedelai jika diolah menjadi tempe, maka kandungan isoflavonnya akan meningkat, yang dikarenakan oleh proses fermentasi yang terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui aktivitas antioksidatif ekstrak tempe dari kedelai kuning dan kedelai hitam terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai TBARS, metmioglobin, pH, serta perubahan warna dan aroma daging selama waktu penyimpanan dengan kondisi yang berbeda.

Tempe diekstrak dengan metanol 80% dan dihilangkan lemaknya dengan heksana. Ekstrak tempe (1 g, 1,5 g, 2 g) ditambahkan pada daging sapi giling 4 jam *post mortem* dan disimpan selama 10 hari di dalam *freezer* dan lemari es. Untuk menguji aktivitas antioksidatif ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling, dilakukan uji TBA. Selain itu, diukur pula nilai metmioglobin, nilai pH, serta diamati perubahan warna serta aromanya. Pengukuran dilakukan setiap 2 hari sekali. Nilai TBARS, metmioglobin, dan pH dianalisis dengan menggunakan metode statistik pengukuran berulang dari *General Linier Model* menggunakan *software* SPSS 10.0. Skor warna dan aroma dianalisis dengan *Non-Parametrik Friedman Test*.

Dari penelitian ini diperoleh bahwa ekstrak tempe kedelai kuning dan kedelai hitam

yang ditambahkan dapat menghambat oksidasi lemak dengan menurunkan nilai TBARS daging sapi giling. Ekstrak tempe kedelai kuning dan hitam juga dapat menghambat oksidasi mioglobin pada daging sapi giling. Ekstrak tempe kedelai kuning dan hitam dapat menjaga kestabilan warna dan aroma daging sapi giling. Ekstrak tempe kedelai kuning dan hitam dapat menghambat penurunan nilai pH daging sapi giling. Penyimpanan daging sapi giling sampel di dalam *freezer* dapat menghambat oksidasi lemak.

Kata kunci : *aktivitas antioksidatif, ekstrak tempe, kualitas daging sapi giling*

ABSTRACT

Rini Pramesti. 2007. *THE EFFECT OF ANTIOXYDATIVE ACTIVITY ON SOYBEAN (Glycine max.L.mer) TEMPEH EXTRACT TO THE QUALITY OF GRIND BEEF DURING STORAGE IN DIFFERENT CONDITION.* BIOSAINS DEPARTMENT. POST GRADUATE PROGRAMME. UNIVERCITY OF SEBELAS MARET. SURAKARTA.

Naturally the meat was oxidizable because it was containing unsaturated fatty acid.

Oxidation in meat could cause rancidity. It also could bring about the changing of structure and colour of meat. Oxidative damage could be prevented by antioxidant. Soybean is one of the ingredients that contains isoflavone which has the character of antioxidative. Isoflavone in soybean will increase if it is processed to tempeh because of fermentation. The aims of this research were to know the antioxidative activity of tempeh extract from yellow and black soybean to the quality of ground beef based on Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) value, metmyoglobin value, also its changing of colour, flavour, and pH value during storage in different conditions.

Tempeh was extracted with 80% methanol and defatted with hexane. Tempeh extract in concentration 1 g, 1.5 g, 2 g was added to ground beef at four hours post mortem and stored for ten days at freezer and refrigerator. Antioxidative activity of tempeh extract in ground beef was tested by TBA assay. Besides that, metmyoglobin and pH value were measured, and also the changing of colour and flavour of ground beef was observed. Measurement was done every two days. The TBARS, metmyoglobin, and pH values were analyzed using repeated measures statistical method from General Linear Model System with SPSS 10.0 software. The score of colour and flavour was analyzed using Non-Parametric Friedman Test.

The result of this research showed that tempeh extract from yellow and black soybean which was added to ground beef could prevent lipid oxidation with generated the TBARS value of ground beef. Tempeh extract from yellow and black soybean could prevent oxidation of myoglobin in ground beef. Tempeh extract from yellow and black soybean could make the stability of colour and flavour in ground beef. Tempeh extract from yellow and black soybean could prevent the generation of

pH value in grind beef. The storage grind beef sampel in freezer could prevent lipid oxidation.

Keywords: *antioxidative activity, tempeh extract, grind beef quality*

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untuk:

Orang tuaku,

Suamiku,

Anakku,

Semua guru dan temanku.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur bagi Tuhan, atas segala berkat-Nya yang berlimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “ **PENGARUH AKTIVITAS ANTIOKSIDATIF EKSTRAK TEMPE (*Glycine max.L.mer*) TERHADAP KUALITAS DAGING SAPI GILING SELAMA PENYIMPANAN PADA KONDISI YANG BERBEDA**“, tanpa suatu halangan yang berarti. Tesis ini

merupakan salah satu syarat guna mencapai derajat Magister Sains Program Studi Biosains Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Antioksidan memiliki manfaat yang sangat besar bagi kehidupan, misalnya di bidang kesehatan, karena antioksidan dapat mencegah penyakit, antara lain kanker, dan sebagai *anti aging*. Selain itu antioksidan juga dapat digunakan dalam teknologi makanan, yaitu untuk menghambat oksidasi lemak pada makanan berlemak, seperti daging. Manfaat inilah yang ingin diteliti dan dipelajari lebih lanjut oleh penulis. Terutama antioksidan yang berasal dari alam (bersifat alami), seperti kedelai.

Dalam menyusun tesis ini, penulis menemui beberapa masalah dan halangan. Namun atas dukungan dan bantuan dari semua pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Haris Mudjiman, M.A, PhD., selaku Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Prodi Biosains PPs UNS;
2. Prof. Drs. Suranto, M.Sc, PhD., selaku pembimbing I, atas bimbingan serta arahan yang diberikan;
3. Dr. rer. nat. Sajidan, M.Si, selaku pembimbing II, atas semua bimbingan dan saran yang telah diberikan;
4. Prof. Drs. Sutarno, M.Sc, PhD dan Dari. Sunarto, M.Si, selaku dewan penguji, atas semua kritik, saran, dan masukan yang sungguh membangun;
5. Semua laboran dan staff Sub Laboratorium Biologi Laboratorium Pusat F.MIPA UNS, atas kesiapannya untuk selalu membantu.

6. Orang tua, suami, dan anakku untuk semua doa dan kasih sayang, serta semua bantuan yang telah diberikan.
7. Semua teman, Biosains angkatan 2005, untuk semua dukungan yang telah diberikan serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Tak ada gading yang tak retak. Tentunya masih ada banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kelemahan yang melekat dalam tesis ini. Serta penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, semoga tesis ini berguna dalam menambah kasanah ilmu pengetahuan. Terima kasih.

Surakarta, Juli 2007

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Beberapa bahan makanan mudah mengalami kerusakan, antara lain akibat oksidasi lemak, yang biasa disebut dengan kerusakan oksidatif. Hal itu karena bahan makanan cenderung mengikat oksigen dari udara. Bahan makanan yang cenderung mengikat oksigen, adalah lemak dan minyak. Oksidasi lemak secara praktis ditandai dengan timbulnya aroma tengik pada bahan makanan dan berubahnya struktur dan warna bahan makanan (Winarno dkk., 1980). Bahan makanan tersebut bahkan dapat mengalami oksidasi beberapa saat setelah dipanen, yaitu karkas (daging yang sudah dipotong).

Daging sapi merupakan bahan makanan yang mengandung lemak (kandungan lemak jenuhnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan daging ayam), sehingga

mudah mengalami oksidasi lemak. Daging yang teroksidasi, mengalami perubahan warna dan tekstur serta menimbulkan aroma tengik.

Cahaya, panas, dan logam, misalnya besi (Fe) dapat mempercepat oksidasi lemak.

Mioglobin yang merupakan pigmen pada otot daging, juga dapat mengalami oksidasi. Jika mioglobin mengalami oksidasi berlebihan maka berubah menjadi metmioglobin yang berwarna coklat. Hal itu menandakan bahwa daging mengalami kerusakan.

Oksidasi lemak dapat dicegah dengan menambahkan antioksidan pada daging.

Antioksidan merupakan salah satu jenis bahan tambahan makanan (*food additive*) yang digunakan untuk menghambat oksidasi pada bahan makanan berlemak dan makanan yang akan digoreng (Winarno dkk., 1980).

Banyak antioksidan telah diujicobakan pada daging dan bahan makanan berlemak lainnya. Pada tahun 1990-an, penelitian tentang antioksidan alami telah banyak dilakukan karena antioksidan sintetik, seperti *butylated hidroxyanisol* (BHA) dan *butylated hidrotoluena* (BHT) mempunyai efek negatif bagi kesehatan (Barlow, 1990 dalam Wijayanti, 1998). Seperti bahan makanan tambahan sintetik yang lain, antioksidan sintetik selalu diteliti, hal ini berhubungan dengan kemungkinan adanya pengaruh yang bersifat toksik. Bahkan beberapa dapat menyebabkan pembengkakan hati dan mempengaruhi aktivitas enzim pada hati (Kikuzaki *et al.*, 1993).

Menurut Jacob (1994) antioksidan alami lebih terjamin keamanannya bagi kesehatan manusia. Lee *et al.* (1986) mengujicobakan antioksidan yang diekstrak dari jahe pada daging. Lee *et al.* (1998) juga mengujicobakan antioksidan karnosin dan asam fitat pada daging dan melaporkan bahwa antioksidan tersebut menghambat oksidasi lemak dan pembentukan metmioglobin, sehingga menjaga kestabilan warna merah pada daging. Antony *et al.* (2002) melakukan percobaan tentang pengaruh

MRPs yang ditambahkan pada daging kalkun, dan kemudian dikombinasikan dengan penambahan antioksidan alami, yaitu madu. Antioksidan tersebut mampu meningkatkan pengaruh antioksidannya terhadap daging. Shih (2003) meneliti efektivitas antioksidan yang terdapat pada produk dari beras yang telah digiling, seperti tepung beras, dan ditambahkan pada daging sapi giling. Hasilnya yaitu produk dari beras tersebut dapat memperpanjang waktu penyimpanan dari daging.

Salah satu sumber antioksidan alami adalah kedelai (*Glycine max.* L.mer). Kedelai diketahui mengandung antioksidan yang diidentifikasi sebagai isoflavon (Wu & Brewer, 1994). Isoflavon terdistribusi secara terbatas pada bahan-bahan yang terdapat di alam (Hou *et al.*, 2002). Isoflavon dalam bentuk bebas (aglikon) mempunyai aktivitas antioksidatif. Isoflavon aglikon juga dijumpai pada makanan olahan kedelai, misalnya tempe, tahu, dan kecap. Kudou *et al.* (1991) dan Coward *et al.* (1993) melaporkan kandungan isoflavon aglikon (genistein dan daidzein) dalam kedelai dan olahan kedelai adalah 1-3 mg/g berat kering. Coward *et al.* (1993) juga melaporkan bahwa kandungan isoflavon aglikon dalam olahan kedelai terfermentasi lebih besar daripada dalam olahan kedelai tanpa fermentasi.

Penelitian mengenai isoflavon telah banyak dilakukan. Wijayanti dkk. (1998) telah melakukan penelitian mengenai aktivitas antioksidatif isoflavon dari ekstrak beberapa varietas kedelai. Sedangkan Susanto dkk. (1998) telah melakukan penelitian mengenai aktivitas antioksidatif isoflavon dari tempe. Hou *et al.* (2002) meneliti tentang perubahan bentuk isoflavon pada kedelai yang dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa kandungan aglikon akan meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Penelitian mengenai evaluasi kandungan isoflavon genistin dan genistein pada berbagai

varietas kedelai protein konsekrat pada kedelai dengan 3 metode, dilakukan oleh Pandjaitan *et al.* (2000).

Mengingat bahwa tempe merupakan makanan tradisional dan populer di Indonesia, maka perlu dilakukan penelitian mengenai aktivitas antioksidatif oleh isoflavon yang terkandung dalam tempe, untuk semakin memperkaya tentang penelitian tentang isoflavon pada kedelai. Selama ini tempe dibuat dari kedelai kuning. Namun kedelai berkulit hitam juga penting untuk diperhatikan karena merupakan bahan dari produk makanan sehat dari kedelai. Dalam penelitian ini akan dipelajari aktivitas antioksidatif ekstrak tempe yang berasal dari kedelai kuning dan kedelai hitam pada daging, khususnya daging sapi, untuk membandingkan aktivitas antioksidatifnya.

B. Pembatasan Masalah

Pengaruh dari aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe yang dibuat dari kedelai kuning dan kedelai hitam terhadap kualitas daging sapi giling selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda, yaitu pada suhu di dalam *freezer* (-10°C) dan di dalam lemari es (4°C).

C. Perumusan Masalah

1. Adakah pengaruh dari aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai *Thiobarbituric Acid Reactive Substances* (TBARS) selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda?
2. Adakah pengaruh dari aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai metmioglobin relatif selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda?

3. Adakah pengaruh dari aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan perubahan warna dan aroma selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda?
4. Adakah pengaruh dari aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai pH selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Menguji aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai TBARS selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda.
2. Menguji aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai metmioglobin selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda.
3. Menguji aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan perubahan warna dan aroma selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda.
4. Menguji aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe terhadap kualitas daging sapi giling berdasarkan nilai pH selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda.

A. E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang aktivitas antioksidatif ekstrak tempe dari kedelai kuning dan kedelai hitam terhadap oksidasi lemak pada daging sapi giling. Saat ini, pengawetan daging terutama dilakukan secara fisik, yaitu menyimpan daging pada suhu di bawah 0°C, bahkan pada suhu 4°C yang merupakan suhu yang umum di dalam lemari es. Padahal oksidasi lemak dapat berlangsung pada suhu rendah. Oleh karena itu, penelitian ini dapat mengetahui aktivitas antioksidatif isoflavon pada ekstrak tempe dari kedelai kuning dan kedelai hitam terhadap oksidasi lemak pada daging sapi giling, sehingga dapat diterapkan dalam pengawetan daging.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Daging

Daging didefinisikan sebagai seluruh jaringan otot yang telah berhenti fungsi fisiologisnya akibat pemotongan dan mengandung air sekitar 75% , protein sekitar 19%, substansi non-protein terlarut sekitar 3,5%, dan lemak sekitar 2,5% (Soeparno, 1992). Menurut Muzarnis (1982), daging yang baik mempunyai ciri-ciri sebagai berikut; berwarna merah segar, beraroma khas dan amis, konsistensi liat, serat-seratnya sejajar.

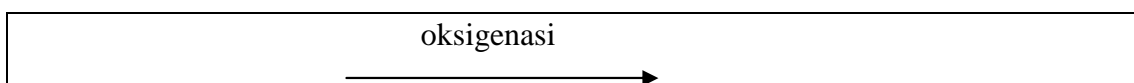
Daging merupakan bahan makanan yang mudah mengalami kerusakan sehingga dapat menurunkan kualitasnya (Syarief dan Halid, 1993). Terjadinya reaksi oksidasi pada komponen bahan makanan (seperti daging) telah diketahui berakibat pada munculnya aroma yang tidak sedap dan bisa menyebabkan kerusakan mutu pada makanan segar ataupun olahan. Kerusakan lemak karena reaksi yang melibatkan oksigen dikenal dengan sebutan *rancidity* (ketengikan). Menurut Raharjo (2004), kerusakan *flavor* (kombinasi antara bau atau aroma dan rasa yang menjadi karakteristik yang sangat penting dari suatu makanan bagi konsumennya) selama proses pengolahan yang dikenal dengan sebutan *hydrolitic rancidity* (ketengikan hidrolitik) dan *oxidative rancidity* (ketengikan oksidatif). Istilah ‘ketengikan’ digunakan untuk menggambarkan secara subyektif kerusakan *flavor* atau aroma yang tidak sedap pada makanan.

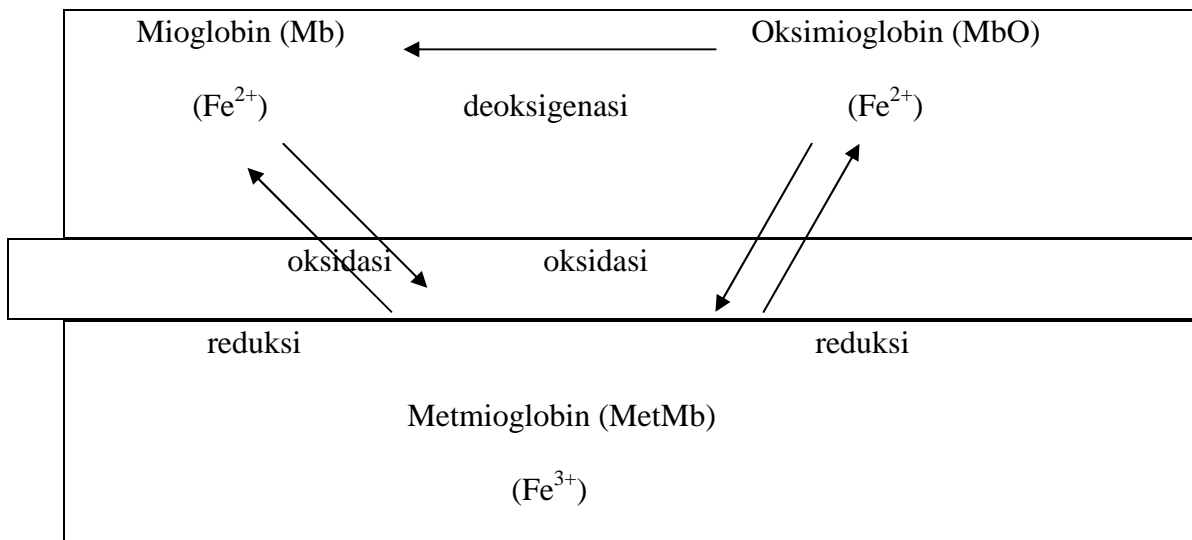
Ketengikan hidrolitik berkaitan dengan keberadaan molekul air, sedangkan ketengikan oksidatif biasanya memerlukan interaksi dengan oksigen. Dari ketiga komponen utama penyusun bahan makanan, yaitu lemak, karbohidrat dan protein,

yang sudah banyak diketahui menyebabkan bau tengik adalah lemak. Munculnya bau tengik atau apek ini mulai terdeteksi pada saat makanan siap akan dikonsumsi, meskipun sebenarnya reaksi oksidasi yang mengarah pada kerusakan *flavor* tersebut sudah mulai sejak bahan mentah dipanen. Kerusakan *flavor* ini semakin jelas dengan semakin panjangnya rantai pengolahan dan lamanya penyimpanan makanan. Biasanya ketengikan hidrolitik tidak terjadi pada penyimpanan suhu rendah, sedangkan ketengikan oksidatif masih bisa berlangsung pada suhu rendah sekalipun. Hal ini disebabkan pada ketengikan hidrolitik yang mengandalkan keterlibatan enzim sebagai katalis memerlukan energi aktivasi yang lebih tinggi (10 s/d 30 kkal/mol) sedangkan untuk ketengikan oksidatif memerlukan energi aktivasi yang lebih rendah (10 s/d 25 kkal/mol) (Raharjo, 2004).

Kualitas dari daging berhubungan pula dengan stabilitas warnanya. Warna dari daging segar dan produk daging merupakan indikator penting kualitas daging. Beberapa faktor termasuk pembungkusan, kandungan oksigen, bakteri, pH dan suhu mempengaruhi keseimbangan warna daging (Conforrth, 1994 dalam Lee *et al.*, 1998).

Menurut Buckle dkk. (1985), penyebab oksidasi lemak pada daging adalah daging bersentuhan dengan oksigen dan lepasnya besi dari pigmen (berhubungan dengan warna) daging. Pigmen dalam otot daging terdiri dari protein yang disebut mioglobin. Seperti hemoglobin, mioglobin juga mengandung besi yang dapat terlepas karena proses oksidasi. Jika mioglobin mengalami oksidasi, maka akan berubah menjadi metmioglobin. Perubahan mioglobin menjadi metmioglobin ditandai dengan perubahan warna pada daging, yaitu dari merah keunguan menjadi coklat. Bagan perubahan mioglobin menjadi metmioglobin yang disebabkan karena oksidasi ditunjukkan pada Gambar 1.





Gambar 1. Perubahan Mioglobin Dalam Daging Segar (Eskin, 1990)

Mioglobin berwarna merah keunguan. Mioglobin bereaksi dengan oksigen, sehingga membentuk oksimioglobin yang berwarna merah terang. Daging segar semula berwarna merah keunguan, kemudian berubah menjadi merah terang, jika terkena udara. Bagian permukaan berwarna lebih merah daripada bagian dalam, karena bagian dalam daging kurang mendapat oksigen. Warna merah terang oksimioglobin tidak stabil, dan oksidasi berlebihan dapat mengubah oksimioglobin menjadi metmioglobin yang berwarna coklat (Winarno dkk., 1980).

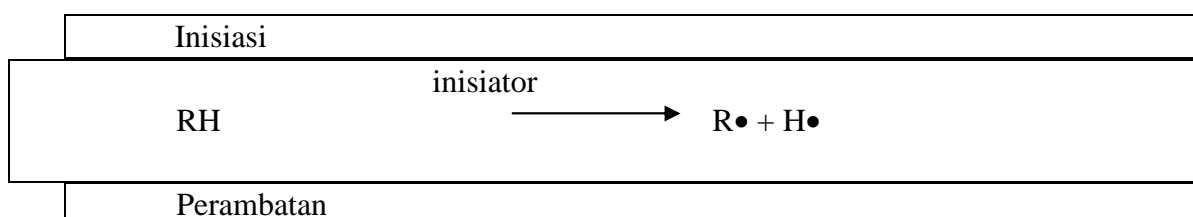
2. Oksidasi lemak

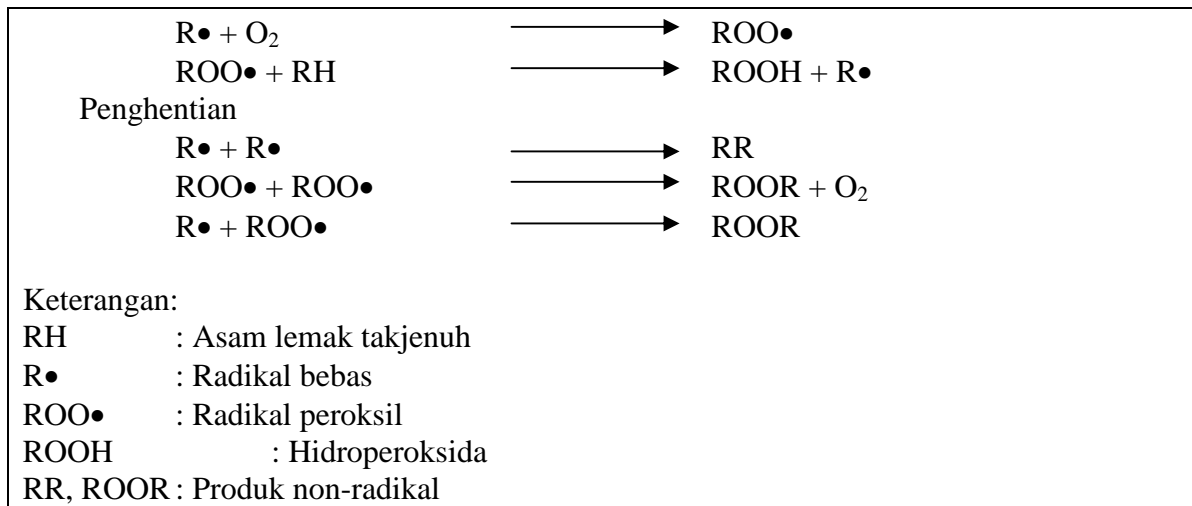
Lemak, seperti karbohidrat, mengandung unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Lemak adalah ester dari gliserol dan asam lemak, sedangkan gliserol merupakan alkohol trihidrat. Rumus umum asam lemak adalah RCOOH. Setiap gugus hidroksil dari gliserol bereaksi dengan gugus karbonil dari asam lemak membentuk sebuah molekul lemak. Pada umumnya lemak diperoleh dari bahan hewani (Gaman dan Sherrington, 1992).

Lemak pada hewan ternak terdistribusi di beberapa bagian antara lain pada jaringan adiposa (depot lemak) dan lemak intramuskular. Jaringan adiposa biasanya ditemukan pada lapisan bawah kulit (Subcutaneous), dalam rongga dada dan perut, serta tersebar diantara bendel otot. Lemak tersebut terutama tersusun dari triasilgliserol dengan komposisi asam lemak yang bervariasi tergantung spesies, jenis makanan, jenis kelamin, umur, kondisi lingkungan, dan lokasi timbunan lemak pada tubuh ternak. Sedangkan lemak dalam jaringan otot terdistribusi dengan proporsi yang lebih merata dan komposisi asam lemak yang hampir sama (Raharjo, 2004).

Salah satu sifat kimia lemak adalah mudah teroksidasi (Gordon, 1990). Proses oksidasi lemak dapat berlangsung jika terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan lemak. Menurut Simic *et al.* (1992), oksidasi lemak dapat diinduksi oleh oksigen, radikal bebas, radiasi sinar ultraviolet, atau pemanasan. Selain itu, logam berat misalnya besi (Fe) dan logam porfirin misalnya mioglobin, dapat mempercepat oksidasi lemak.

Oksidasi lemak sering disebut autoksidasi, karena oksidasi lemak dapat berlangsung secara spontan, meskipun pada suhu rendah. Jika tanpa bantuan enzim, biasanya reaksi oksidasi lemak berlangsung melalui mekanisme reaksi berantai radikal bebas yang meliputi 3 tahap. Pertama, inisiasi atau permulaan reaksi, yaitu pembentukan radikal bebas. Kedua, propagasi atau perambatan reaksi yaitu reaksi berantai dari radikal bebas. Ketiga, terminasi atau penghentian reaksi, yaitu pembentukan produk non-radikal (Trenggono dan Setiadji, 1987). Mekanisme oksidasi lemak dapat digambarkan sebagai berikut :





Gambar 2. Mekanisme Oksidasi Lemak (Trenggono dan Setiadji, 1987)

Pada sebuah sistem oksidasi lemak bebas peroksida, inisiasi tahap peroksidasi terkait dengan serangan spesies oksigen reaktif (dengan reaktivitas yang cukup) yang mampu melepaskan sebuah atom hidrogen dari sebuah gugus metilen ($-CH_2^-$), hidrogen ini memiliki mobilitas yang sangat tinggi. Serangan ini dapat dengan mudah menghasilkan radikal bebas dari asam lemak takjenuh. (Raharjo, 2004). RH merupakan asam lemak takjenuh dan mempunyai atom H labil dan terikat pada atom karbon yang berdekatan dengan ikatan rangkap. $R\bullet$ adalah radikal bebas yang terbentuk akibat terpisahnya atom H labil. Menurut Raharjo (2004), radikal hidroksil ($\bullet OH$) adalah spesies oksigen reaktif yang paling efisien dalam melakukan serangan seperti itu, sedangkan radikal superoksida ($O_2\bullet^-$) tidak cukup reaktif. Adanya ikatan ganda pada asam lemak memperlemah ikatan C-H pada atom karbon yang dekat dengan ikatan ganda tersebut. Sehingga pelepasan H lebih mudah. Karbon radikal cenderung stabil dengan adanya pengaturan kembali (*re-arrangement*) molekuler (Raharjo, 2004). $R\bullet$ bereaksi dengan oksigen akan membentuk radikal peroksil ($ROO\bullet$).

Dengan adanya radikal peroksil yang mampu mengambil H dari molekul asam lemak takjenuh lain yang berdekatan, khususnya jika terdapat logam seperti tembaga

atau besi, menyebabkan reaksi berantai autokatalis (Raharjo, 2004). Radikal peroksil bereaksi dengan asam lemak lainnya akan menghasilkan hidroperoksida (ROOH) (Trenggono dan Setiadji, 1987). Reaksi ini merupakan karakteristik dari tahap propagasi dalam autooksidasi.

Selanjutnya, hidroperoksida diubah menjadi aldehid, keton, dan alkohol. Ketengikan merupakan aroma aldehida, bukan peroksida (Ketaren, 1986). Senyawa aldehid berantai pendek dan mudah menguap ini sangat mempengaruhi aroma dari minyak atau makanan berlemak.

Oksidasi lemak akan berhenti jika radikal-radikal tersebut menjadi tidak aktif. Hal itu dapat berlangsung jika reaksi antara radikal tersebut menghasilkan produk berupa non-radikal (Trenggono dan Setiadji, 1987). Terminasi atau berakhirnya pembentukan hidroperoksida terjadi dengan bereaksinya radikal peroksil dengan antioksidan penangkap radikal sebagai molekul yang menghentikan rantai reaksi pembentuk peroksida lemak. Selain itu setiap radikal alkil atau radikal pada rantai karbon asam lemak ($R\bullet$) dapat bereaksi dengan peroksida lemak $ROO\bullet$ menghasilkan produk senyawa seperti dimer ROOR yang relatif stabil atau 2 molekul peroksida bergabung membentuk turunan senyawa rantai karbon yang bergugus hidroksi (ROH) (Raharjo, 2004).

3. Antioksidan

Antioksidan merupakan bahan tambahan dan bertujuan mempertahankan kesegaran dan cita rasa makanan (Winarno dkk., 1994). Menurut Wilbraham dan Matta (1992), antioksidan merupakan senyawa yang menunda ketengikan oksidatif. Sedangkan menurut Considine., *et al* (1982), antioksidan merupakan bahan kimia tambahan makanan dan didefinisikan sebagai suatu substansi untuk melawan,

menghambat atau mencegah reaksi oksidasi yang disebabkan oleh oksigen (atau peroksida).

Bahan makanan yang mengandung lemak akan mudah mengalami oksidasi. Oleh karena itu, antioksidan digunakan pada minyak, lemak, dan makanan yang mengandung minyak atau lemak, misalnya ikan dan daging (Winarno dkk., 1994). Diantara antioksidan sintetik yang banyak diteliti pada produk daging adalah BHT dan BHA yang terbukti efektif menghambat oksidasi lemak (Raharjo, 2004).

Penambahan antioksidan merupakan salah satu cara untuk mencegah oksidasi lemak (melalui pemutusan reaksi berantai dari radikal bebas pada oksidasi lemak) sehingga dapat memperpanjang masa simpannya. Oksidasi lemak pada makanan dapat dihambat antara lain dengan cara seperti: pengemasan hampa udara dan pendinginan (Coppin, 1989), selain penggunaan antioksidan. Menurut Simic *et al.* (1992), penambahan substansi yang dapat menangkap oksigen atau radikal bebas, dapat menghambat oksidasi lemak.

Banyak pula penelitian yang mengkaji tentang antioksidan alami pada produk daging. Antioksidan alami dapat diperoleh dari bahan-bahan yang berada di alam, antara lain yang berupa biji (kedelai), buah, daun (sayuran), rempah (rosemary), dan lain-lain.

Sifat-sifat antioksidan antara lain efektif dalam jumlah kecil, cocok dengan substrat, tidak beracun, stabil pada kondisi pengolahan dan penyimpanan, tidak menguap dan tidak terekstraksi pada kondisi yang digunakan, mudah dan aman dalam penanganannya, bebas dari *off-flavor* dan *off-colour* serta murah (Hui, 1992).

Menurut Gordon (1990), antioksidan dibedakan menjadi 5, yaitu 1) antioksidan primer, merupakan antioksidan yang berperan mengakhiri runtutan reaksi radikal bebas pada oksidasi lemak. Termasuk dalam kelompok ini adalah tokoferol,

BHA dan BHT yang berfungsi sebagai donor elektron. 2) Oksigen *scavenger*, merupakan antioksidan yang berperan dalam mengikat oksigen sehingga tidak mendukung reaksi oksidasi, misalnya vitamin C dan asam eritorbit (D-isomer asam askorbat). 3) Antioksidan sekunder, yaitu antioksidan yang mendekomposisikan hidroperoksida lemak menjadi produk akhir yang stabil, misalnya dilauril tiopropionat dan asam tiopropionik. 4) Enzim antioksidan yaitu enzim yang berperan mencegah terbentuknya radikal bebas, misalnya enzim glukosa oksidase dan enzim superoksida dismutase. 5) Khelator/sequestran yaitu antioksidan yang berperan mengikat logam yang mampu mengkatalisis reaksi oksidasi, contohnya yaitu asam sitrat, asam amino, *phospholipid*.

4. Tempe

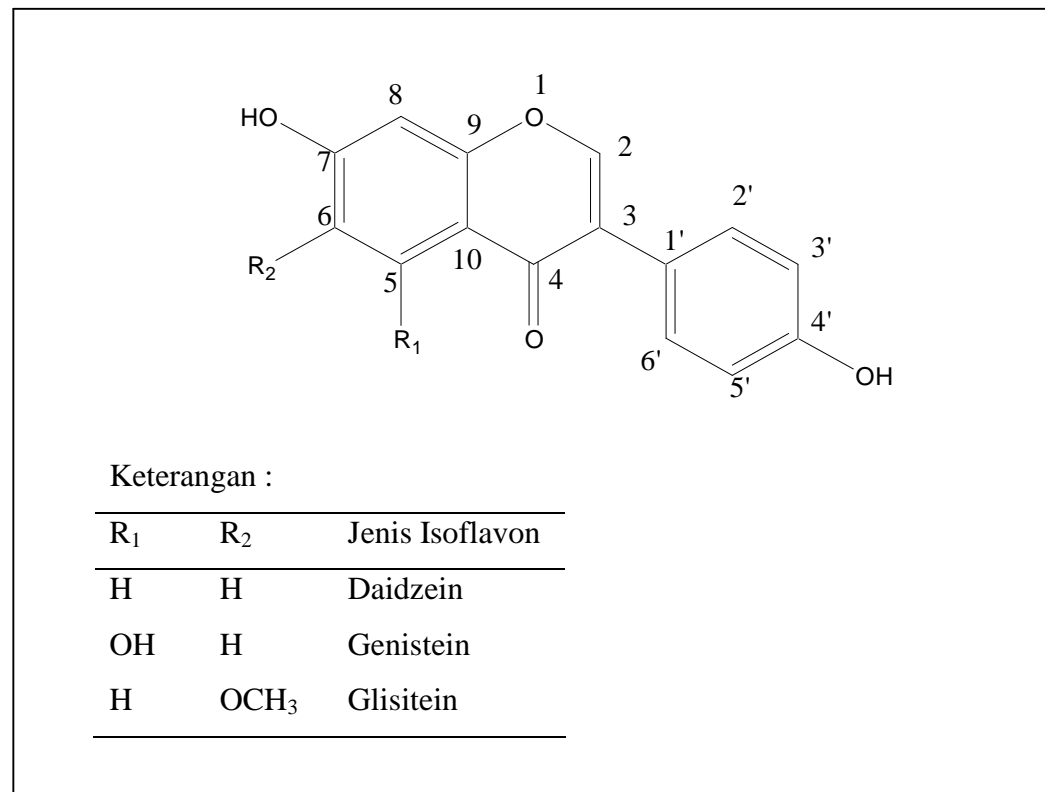
Tempe merupakan makanan tradisional yang populer di Indonesia. Tempe dibuat dengan cara memfermentasikan kedelai tanpa kulit dengan jamur *Rhizopus*, sampai kedelai tertutup dengan miselium putih jamur dan mempunyai aroma khas jamur (Liu, 1997).

Kedelai (*Glycine max.L.mer*) termasuk dalam familia *Leguminosae* dan sub familia *Papilioniodeae*. Berdasarkan warnanya, kedelai dibedakan menjadi beberapa, yaitu kedelai dengan kulit yang berwarna kuning, hitam, hijau, dan hitam agak kecoklatan. Sedangkan menurut bentuknya dibedakan menjadi kedelai dengan bentuk bulat, bulat telur maupun pipih.

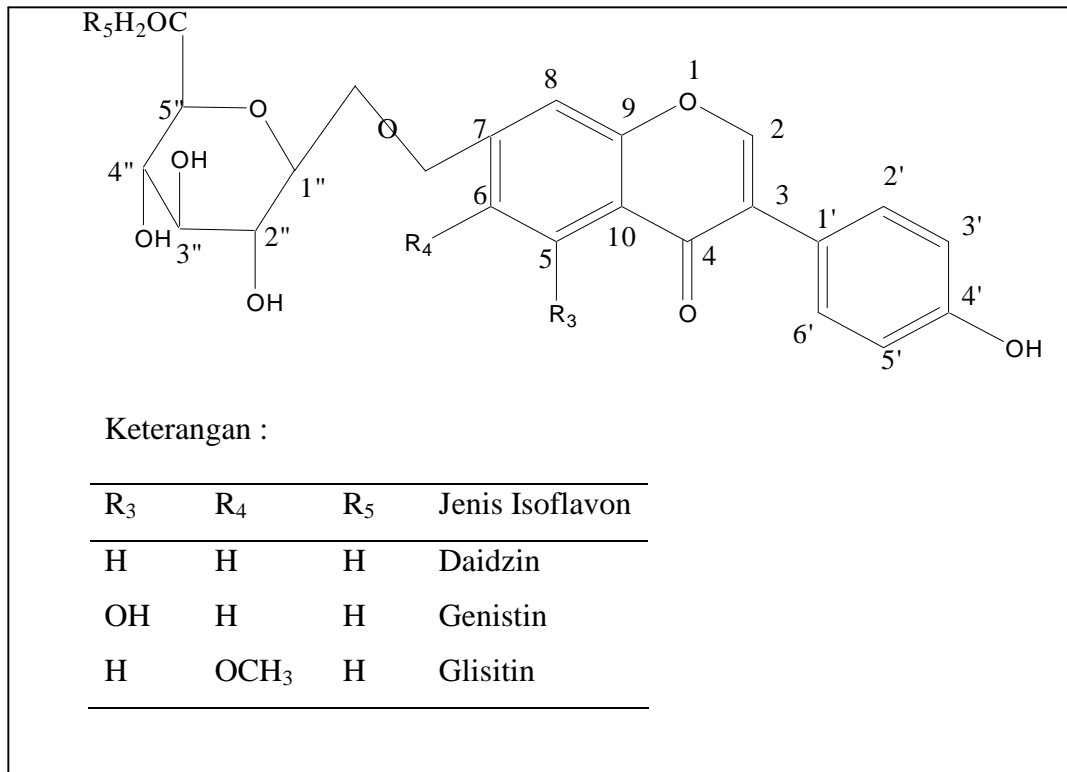
Kedelai diketahui mempunyai aktivitas antioksidatif, karena kedelai mengandung isoflavon. Isoflavon merupakan flavonoid yang dijumpai dalam kedelai. Flavonoid sering merupakan senyawa pereduksi yang baik yang dapat menghambat banyak reaksi oksidasi, baik secara enzimatik maupun non-enzimatik (Robins, 1991).

Karena tempe terbuat dari kedelai, maka tempe juga mengandung isoflavon (Wijayanti dkk., 1998).

Pada biji kedelai terdapat 4 tipe isoflavon : 1) aglikon, yaitu daidzein, genistein dan glisitein (Gambar 3); 2) glikosida, yaitu daidzin, genistin dan glisitin (Gambar 4); 3) asetilglikosida, yaitu 6'' o-asetildaidzin, 6'' o-asetilgenistin dan 6'' o-asetilglisitin; dan 4) malonilglikosida, yaitu 6'' o-malonildaidzin, 6''o-malonilgenistin dan 6'' o-malonilglisitin (Kudou *et al.*, 1991).



Gambar 3. Struktur Kimia Isoflavon Aglikon (Liu, 1997)

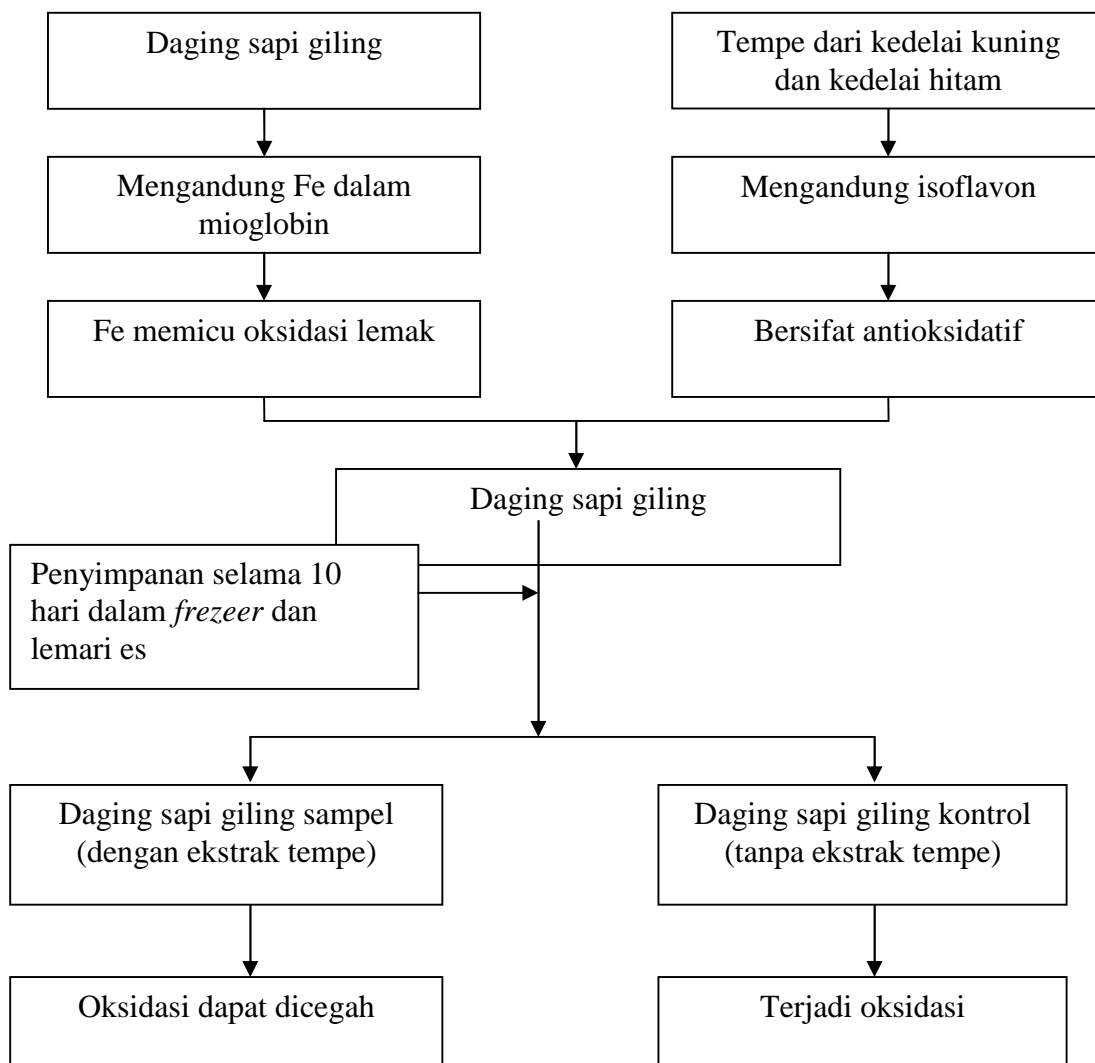


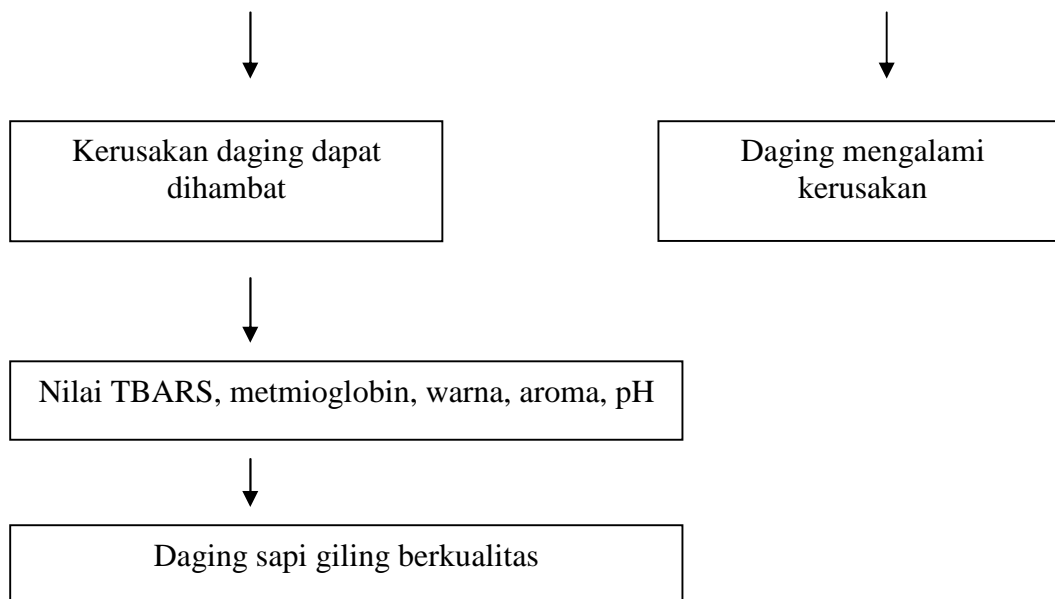
Gambar 4. Struktur Kimia Isoflavon Glikosida (Liu, 1997)

Menurut Wuryani (1992) dalam Wijayanti (1999), bentuk aglikon dari isoflavon lebih aktif daripada glikosida. Pengaruh itu sejalan dengan peningkatan jumlah gugus hidroksil pada molekulnya. Selama perendaman kedelai dalam air, genistin dapat berubah bentuk menjadi genistein (Ha *et al.*, 1992 dalam Pandjaitan *et al.*, 2000). Daidzin dan genistin akan terhidrolisis menjadi bentuk aglikonnya (daidzein dan genistein) saat perendaman dan selama proses fermentasi akibat aktivitas enzim β -glukosidase. Hal itu menyebabkan senyawa isoflavon aglikon pada tempe lebih banyak. *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* diketahui memproduksi enzim β -glukosidase yang menghidrolisis isoflavon glikosida menjadi isoflavon aglikon. Selama proses fermentasi, miselia jamur menembus jaringan biji kedelai, sehingga terjadi proses perombakan kimia (Kasmidjo, 1990).

B. Kerangka Pemikiran

Daging sapi merupakan bahan makanan berlemak yang dapat teroksidasi karena adanya logam Fe dalam mioglobin dan radikal bebas. Tempe mengandung isoflavon yang bersifat antioksidatif, untuk menghambat oksidasi. Penelitian ini untuk mengetahui aktivitas antioksidatif ekstrak tempe dari kedelai kuning dan kedelai hitam pada proses penghambatan oksidasi pada daging sapi giling selama waktu penyimpanan pada kondisi yang berbeda berdasarkan nilai metmioglobin, nilai TBARS, nilai pH, dan perubahan warna serta aroma daging sapi giling. Diagram alur kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Kerangka Pemikiran

C. Hipotesis

1. Ada pengaruh aktivitas isoflavon pada ekstrak tempe yang ditambahkan pada daging sapi giling terhadap nilai TBARS.
2. Ada pengaruh aktivitas isoflavon pada ekstrak tempe yang ditambahkan pada daging sapi giling terhadap nilai metmioglobin.
3. Ekstrak tempe yang ditambahkan pada daging sapi giling mampu menjaga kestabilan warna dan aroma daging sapi giling.
4. Ekstrak tempe yang ditambahkan pada daging sapi giling mampu menjaga kestabilan nilai pH daging sapi giling.

BAB III METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Biologi Laboratorium Pusat MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta pada bulan Oktober 2006 – Februari 2007.

Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Sentrifuse [Sorvall Super T21], spektrofotometer [Spectro UV-VIS Rs, Labomed.Inc], autoklaf [Ogawa Seiki], incubator, *frezeer*, *rotary evaporator* [BIBBY RE 200], oven, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *colony counter*, blender, timbangan analitik, pipet volume 1 ml, pipet volume 10 ml, pH meter, cawan petri, *cuvette*, aluminium foil, kertas whattman no 42, plastik, sendok.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Beras, daging sapi bagian paha atas (*musculus biceps femoris*), kedelai kuning varietas Galunggung dari Balai Benih Gading, Wonosari dan kedelai hitam varietas lokal dari Wonogiri, jamur *Rhizopus oligosporus* (dimurnikan dari ragi tempe), metanol, aquades, buffer fosfat (pH 6,8), heksana, larutan TBA (campuran dari 0,375% asam tiobarbiturat (TBA), 15% asam trikloroasetat (TCA) dan 0,25 N HCl), 1,1,3,3 Tetra Etoksi Propana (1,1,3,3 TEP).

Cara Kerja

1. Pembuatan Inokulum

Beras (15 g) dan aquades (15 ml) dicampur dan dimasukkan dalam cawan petri. Substrat beras dalam cawan petri disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Suspensi spora *Rhizopus oligosporus* diinokulasikan ke nasi, kemudian diinkubasi selama 3-5 hari pada suhu kamar. Substrat dengan inokulum dikeringkan pada suhu 40° - 50°C selama 3 hari, kemudian diblender hingga dihasilkan inokulum bubuk.

2. Pembuatan Tempe

Kedelai (200 g) direndam dalam air (500 ml) pada suhu 50° C selama 6 jam. Setelah dingin, kedelai tersebut dihilangkan kulitnya. Kedelai tanpa kulit (30 g) diletakkan dalam cawan petri dan disterilkan dengan autoklaf (121°C, 15 menit). Kedelai steril diinokulasi dengan inokulum bubuk (1×10^3 cfu/gram kedelai) dan diinkubasi selama 3 hari.

3. Ekstraksi Tempe

Ekstraksi tempe dilakukan menurut metode dari Coward *et al.*, 1993. Tempe dikeringkan pada suhu 60° C selama 2 hari, kemudian diblender sampai menjadi bubuk. Bubuk tempe (1,0 g; 1,5 g; 2,0 g) diekstraksi dalam 5 ml/g metanol 80% dan diaduk dengan *stirer* selama 2 jam. Setelah disaring, filtrat dievaporasi dengan *rotary evaporator* sampai kering. Residu dilarutkan dalam metanol 40%-heksana (1:2 v/v), kemudian dikocok. Lapisan bawah merupakan ekstrak tempe tanpa lemak, diambil dan dilarutkan kembali dengan heksana, kemudian dikocok. Lapisan bawah

merupakan ekstrak tempe tanpa lemak, diambil dan dievaporasi lagi sampai kering. Residu dilarutkan dalam 1 ml metanol.

4. Persiapan Sampel

Daging sapi (25 g; *musculus biceps femoris*; 4 jam *post mortem*) digiling dan dicampur dengan 1 ml ekstrak tempe (1 g; 1,5 g; 2 g) dan kontrol (ditambah 1 ml metanol), dimasukkan dalam plastik. Sampel disimpan pada *freezer* dan lemari es selama 10 hari. Setiap 2 hari sekali diamati perubahan nilai TBARS, nilai metmioglobin, warna, aroma, dan nilai pH daging sapi giling tersebut. Masing-masing perlakuan dibuat ulangan sebanyak 3 kali.

5. Uji TBARS

Pengukuran nilai TBARS berdasarkan metode dari Lee *et al.*, (1998). Daging sampel (10 g) dicampur dalam 10 ml aquades dingin dan diblender sampai lembut. Sampel disaring dan ditambah aquades sampai volume 20 ml. Filtrat sampel (2 ml) dicampur dengan 2,5 ml larutan TBA (0,375 % TBA, 15 % TCA, 0,25 N HCl) dan dipanaskan dengan *waterbath* pada suhu 100°C selama 15 menit, maka akan menghasilkan warna merah. Setelah didinginkan dalam air mengalir selama 5 menit sampel disentrifuse (6.000 rpm, 5 menit). Supernatan diukur penyerapan cahaya pada panjang gelombang 530 nm dengan spektrofotometer. Nilai absorbansi yang diperoleh dikurangi dengan nilai absorbansi larutan blanko (larutan TBA) dan dikonversikan ke persamaan senyawa standart yaitu 1,1,3,3 tetra etoksi propana (TEP). Nilai absorbansi tersebut dikonversikan ke nilai TBA, berdasarkan persamaan regresi senyawa standart, yaitu TEP yang merupakan prekursor malonaldehid (MDA). Nilai TBA diekspresikan dalam nmol MDA/g daging.

6. Uji Metmioglobin

Persentase metmioglobin ditentukan berdasar metode dari Krzywicki (1982) dalam Lee *et al.*, (1998). Daging sampel (10 g) dicampur dengan 50 ml buffer fosfat dingin (pH 6,8), kemudian diblender sampai lembut. Campuran tersebut dibiarkan selama 1 jam pada suhu 4°C dan disentrifuse (5.000 rpm, 5 menit). Supernatan disaring dengan kertas saring Whatman no.42. Filtrat dalam sampel diukur penyerapan cahayanya pada panjang gelombang 525, 572, dan 700 nm dengan spektrofotometer. Nilai persentase metmioglobin diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ MetMb} = \{ 1,395 - [(OD_{572} - OD_{700}) / (OD_{525} - OD_{700})] \times 100\% \}$$

7. Uji Warna dan Aroma

Uji warna dan aroma daging sapi giling dilakukan dengan metode *Sensory Analysis* (Wu dan Brewer, 1994) dengan beberapa modifikasi. Pengujian warna dan aroma daging sapi giling sampel dilakukan dengan cara membandingkan warna dan aroma daging sapi giling sampel (5 g) dengan warna dan aroma daging sapi giling yang ditetapkan sebagai standar, yaitu daging sapi giling (5 g; *musculus biceps femoris*) yang dicampur dengan 0,5 ml BHT 0,1 % dalam metanol pada umur daging 4, 8, 12, 16, 20 jam *post mortem* dan kemudian disimpan dalam *freezer*. Masing-masing sampel daging sapi giling standar diberi skor 2 (4 jam *post mortem*), 4 (8 jam *post mortem*), 6 (12 jam *post mortem*), 8 (16 jam *post mortem*), 10 (20 jam *post mortem*) untuk warna daging sapi giling standar, dan diberi skor 10 (4 jam *post mortem*), 8 (8 jam *post mortem*), 6 (12 jam *post mortem*), 4 (16 jam *post mortem*), 2 (20 jam *post mortem*) untuk aroma daging sapi giling standar.

Jika daging sapi giling sampel sedikit lebih kuat atau sedikit lebih rendah warna dan aromanya, maka diberi skor +0,5 atau -0,5. Jika warna dan aroma daging sapi giling sampel di antara 2 daging sapi giling standar, maka diberi skor di antara kedua daging sapi giling standart tersebut. Setelah warna dan aroma daging sapi giling sampel dibandingkan dengan warna dan aroma daging sapi giling standar, kemudian diberi skor yang sesuai.

Untuk warna skor 2 merupakan warna merah keunguan, skor 4 merupakan warna merah terang, skor 6 merupakan warna merah kecoklatan, skor 8 merupakan warna coklat, skor 10 merupakan warna coklat tua daging sapi giling standar..

Untuk aroma skor 10 merupakan aroma segar/tidak tengik, skor 8 merupakan aroma mulai tengik, skor 6 merupakan aroma tengik, skor 4 merupakan aroma sangat tengik, skor 2 merupakan aroma sangat tengik sekali daging giling standar.

BHT yang ditambahkan pada daging sapi giling standart merupakan antioksidan sintetik untuk menghambat proses oksidasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada daging.

8. Pengukuran Nilai pH

Pengukuran nilai pH dilakukan dengan pHmeter. Setelah pHmeter dikalibrasi, katoda dimasukkan ke dalam daging sapi giling yang telah diblender dengan aquades steril, untuk kemudian dicatat nilai pHnya.

Analisis Data

Data hasil perhitungan nilai TBARS, metmioglobin, dan pH dianalisis statistik dengan metode *Repeated Measures* (pengukuran berulang) dari *General Linier Model* menggunakan *software* SPSS 10.0. Jika terdapat perbedaan dalam perlakuan, maka

dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antar jenis perlakuan. Skor warna dan aroma dianalisis statistik dengan *Non-Parametrik Friedman Test*.

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

B. Kesimpulan

1. Ekstrak tempe kedelai kuning dan kedelai hitam yang ditambahkan pada daging sapi giling sampel dapat menghambat oksidasi lemak, yaitu dengan menurunkan nilai TBARS.
2. Ekstrak tempe kedelai kuning dan kedelai hitam yang ditambahkan pada daging sapi giling sampel cukup dapat menghambat oksidasi mioglobin menjadi metmioglobin.
3. Ekstrak tempe kedelai kuning dan kedelai hitam yang ditambahkan pada daging sapi giling sampel dapat menjaga kestabilan warna dan aromanya.
4. Ekstrak tempe kedelai kuning dan kedelai hitam yang ditambahkan pada daging sapi giling sampel dapat menghambat penurunan nilai pH.

C. Implikasi

Dari kesimpulan yang dapat diberikan, maka konsekuensi logis yang dapat diberikan adalah bahwa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, mengenai aktivitas antioksidatif ekstrak tempe kedelai diketahui bahwa ekstrak tempe mempunyai pengaruh aktivitas antioksidatif terhadap kualitas daging sapi giling. Berdasarkan uji TBARS, uji metmioglobin, pengamatan terhadap warna dan aroma, serta pengukuran pH pada daging sapi giling diketahui bahwa ekstrak tempe yang ditambahkan dapat menghambat kerusakan pada daging sapi giling.

Oksidasi lemak pada daging sapi giling merupakan proses yang alami, sehingga tidak dapat dicegah, hanya dapat dihambat. Penggunaan antioksidan alami sebagai bahan makanan tambahan mampu untuk menghambat oksidasi lemak.

D. Saran

1. Untuk peneliti

Dari penelitian ini belum dihasilkan ekstrak murni dari tempe, yaitu berupa isoflavon murni. Diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan isoflavon murni dari ekstrak tempe yang dapat digunakan sebagai bahan obat untuk melawan radikal bebas yang menyebabkan kanker, serta berfungsi sebagai *anti aging*.

Dua atau lebih antioksidan dapat melakukan sinergi, khususnya antioksidan yang tergolong dalam kelompok antioksidan primer, sehingga aktivitasnya lebih besar. Oleh karena itu dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sinergi antara antioksidan yang diperoleh dari ekstrak tempe dengan antioksidan alami lain, seperti tokoferol. Selain itu juga sinergi antara isoflavon dari ekstrak tempe kedelai kuning dan ekstrak tempe kedelai hitam. Antioksidan yang melakukan sinergi tersebut dapat diujicobakan pada daging yang lebih banyak mengandung asam lemak takjenuh, seperti daging babi.

2. Untuk industri

Mengingat kedelai hitam cukup mempunyai potensi sebagai antioksidan, ada baiknya untuk dapat dihasilkan isoflavon dari tempe kedelai hitam yang akan mempunyai aktivitas antioksidatif yang cukup tinggi, yang dapat digunakan untuk pengawetan bahan makanan dan juga diterapkan dalam bidang kesehatan, misalnya sebagai obat anti kanker, serta dalam industri kosmetik untuk dapat dihasilkan kosmetik untuk mencegah penuaan dini, seperti lulur atau bedak *anti aging*.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony, S.M., Han, I.Y., Rieck, J.R, dan Dawson, P.L. 2002. "Antioxidative Effect of Maillard Reaction Products Added to Turkey Meat During Heating by Addition of Honey". *J. Food Sci.* 67. 1719-1724.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H. dan Wooton, M. 1985. *Ilmu Pangan*. (diterjemahkan oleh Hari Purnomo A). Jakarta : UI Press. 327-333.
- Coppen, P.P. 1989. *The Use of Antioxidant*. London: Elsevier Applied Science. 84-85.
- Considine, D.M and Considine, G.D. 1982. *Food and Food Production Encyclopedia*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Coward, L., Barner, N.C., Setchell, D.R and Barners, S. 1993. "Genistein, Daidzein, and Their β -Glycoside Conjugates: Antitumor Isoflavones in Soybean Foods From American and Asian Diets". *J. Agric. Food Chem.* 41. 1961-1967.
- Eskin, N.A. 1990. *Biochemistry of Food*. 2nd Ed. San Diego: Academic Press. Inc. 47.
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada. 35-43.
- Gaman, P.M. dan Sherrington, K.B. 1992. *ILMU PANGAN Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Edisi Kedua. Yogyakarta : UGM Press.
- Gordon, M.H. 1990. The Mechanism of Antioxidant Action in Vitro. Dalam. Hudson, B.J.K. *Food Antioxidant*. London & New York: Elsevier Applied Science. 1-15.
- Hui, Y.H. 1992. *Edible Oil and Fat Product: Product and Application Technology*. New York: John Wiley and Son's Inc.
- Hou, H.J., Chang, K.C. 2002. "Interconversion of Isoflavone in Soybean as Affected by Storage". *J. Food Sci.* 67. 2083-2089.
- Jacob, R.A. 1994. Nutrition, Health and Antioxidants. *INFORM*. 5: 1271-1275.
- Kasmidjo, Rb. 1990. *Tempe: Mikrobiologi Dan Biokimia Serta Pemanfaatannya*. Yogyakarta: PAU Pangan Dan Gizi.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Edisi I. Jakarta : UI Press. 67-87.

- Kikuzaki, H. Dan Nakatani, N. 1993. "Antioxidant Effects of Some Ginger Constituents". *J. Food Sci.* 58. 1407-1410.
- Kudou, S., Fleury, Y., Welti, D., Magnolato, D., Uchida, T., Kitamura, K and Ukubo, K. 1991. "Malonyl Isoflavone Glycosides in Soybean Seeds (*Glycine max* Merrill)". *Agric. Biol. Chem.* 55 (9). 2227-2233.
- Lawrie, R.A. 1995. *Ilmu Daging* (diterjemahkan oleh Aminuddin Parakkasi). Jakarta: UI Press.
- Lee, Y.B., Hendricks, D.G. and Cornforth, D.P. 1998. "Antioxidant Effects of Carnosine and Phytic Acid in a Model Beef System". *J. Food Sci.* 63. 394-398.
- Lee, Y.B., Kim, Y.S. dan Ashmore, C.R. 1986. Antioxidant Property in Ginger Rhizome and Its Application to Meat Products. *J. Food Sci.* 51 (1). 20-23.
- Liu. K.S. 1997. *SOYBEAN Chemistry, Technology and Utilization*. USA : Chapman& Hall. 260-263.
- Muzarnis, E. 1982. *Pengolahan Daging*. Jakarta : CV Yasaguna.
- Pandjaitan, N., Hettiarachchy, N., Ju, Z.Y., Crandall, P., Sneller, C dan Dombek, D. 2000. "Evaluation of Genistin and Genistein Contents in Soybean Varieties and Soy Protein Concentrate Prepared with 3 Basic Methods". *J. Food Sci.* 65 (3). 399-402.
- Purwoko, T. 2002. "Aktivitas Antioxidant Isoflavon Aglikon dari Tempe terhadap Oksidasi Minyak Kedelai". *BioSMART* 4. 1-5.
- Raharjo, S., 2004. *Kerusakan Oksidatif Pada Makanan*. Yogyakarta : UGM Press.
- Ranken, M.D., 1989. *Rancidity in Meats*. London: Elsevier Applied Science. 228-230.
- Robins, T., 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi ke-6. (diterjemahkan oleh Prof. Dr. Kosasih Padmawinata). Bogor: Penerbit ITB. 191.
- Rossel, J.B., 1989. *Measurement of Rancidity*. London: Elsevier Applied Science.
- Shih, E.F. dan Daigle, K.W. 2003. "Antioxidant Properties of Milled-rice Co-product and Their Effects on Lipid Oxidation in Ground Beef". *J. Food Sci.* 68 (9). 2672-2675.
- Simic, M.G., Jovanovic, S.V and Niki, E. 1992. Mechanisms of Lipid Oxidative Processes and Their Inhibition. Dalam. Angelo, A.J. 1992. *Lipid Oxidation in Foods*. Washington :American Chemical Society. 14-29.
- Soeparno. 1992. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta : UGM Press.
- Susanto, T., Zubaidah, E dan Bambang, W.S. 1998. *Studi Tentang Aktivitas Antioksidan Pada Tempe (Tinjauan Terhadap Lama Fermentasi, Jenis Pelarut*

dan Ketahanan Terhadap Proses Pemanasan). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi. 15 Desember 1998. Yogyakarta.

Syarief, R. dan Halid, H. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Jakarta : Penerbit Arcan. 315–320.

Tenggono. 1989. *Bahan Tambahan Pangan (Food Additive)*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada.

Wijayanti, M.W.C. 1999. *Aktivitas Antioksidatif Isoflavon Pada Ekstrak Kedelai Varietas Wilis dan Galunggung Setelah Pemanasan*. Tesis. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Ilmu–Ilmu Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Wijayanti, M.C.W., Sudarmadji, S. Raharjo, S dan Wuryani, W. 1998. *Pengaruh Varietas Kadelai dan Lama Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidatif Isoflavon Dalam Ekstrak Kedelai*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi. 15 Desember 1998. Yogyakarta.

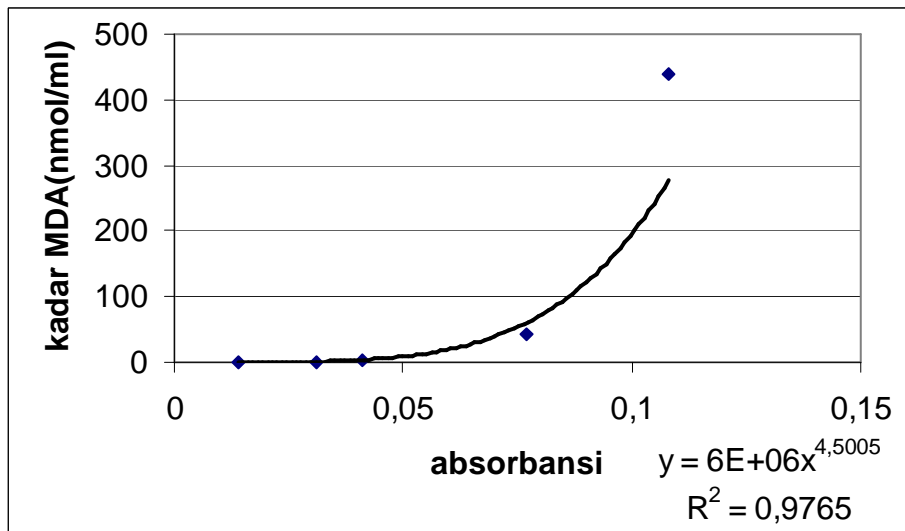
Winarno, F.G., Fardiaz, S. dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta : PT Gramedia. 66–73.

Wilbraham, A.C. dan Matta, M.S. 1992. *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*. (diterjemahkan oleh Dr. Suminar Achmadi). Bandung : Penerbit ITB. 191.

Wu, S.Y. dan Brewer, M.S. 1994. “Soy Protein Isolate Antioxidant Effect on Lipid Peroxidation of Ground Beef and Microsomal Lipids”. *J. Food Sci.* 59 (4). 702-706.

Lampiran 1. Kurva Standart

absorbansi	kadar
0,014	0,044
0,031	0,44
0,041	4,4
0,077	44
0,108	440



Persamaan senyawa standart:

$$Y = 6 \times 10^6 \cdot X^{4,5005}$$

$$R^2 = 0,9765$$

Lampiran 2. Analisis data TBARS

Uji Lavene untuk Keseragaman Variasi

DATA

Leven Statisti	df1	df2	Sig.
,786	3	44	,508

Anava nilai TBARS kedelai kuning

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values						
kondisi	fixed	2	1	2					
ekstrak	fixed	4	1	2	3	4			
hari	fixed	6	1	2	3	4	5	6	

Analisis Variasi untuk Data Kedelai kuning

Source	DF	SS	MS	F	P
kondisi	1	69825	69825	36.60	0.000
ekstrak	3	11442	3814	2.00	0.130
hari	5	286159	57232	30.00	0.000
Error	38	72499	1908		
Total	47	439926			

Uji Lanjut Duncan

TBARSKUNING

Dunca ^a

EKSTE	N	Subset for alpha =	
		1	2
2.00	12	20,4850	
1.50	12	64,9374	
1.00	12	76,4136	
.00	12		187,9263
Sig.		,284	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are

a. Uses Harmonic Mean Sample Size =

Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TBARSHIT

LSD

(I) EKSTEMP	(J) EKSTEMP	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	85% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
.00	1.00	43,04308	64,08063	,505	-50,84221	136,92838
	1.50	146,83433*	64,08063	,027	52,94904	240,71963
	2.00	171,88250*	64,08063	,010	77,99720	265,76780
1.00	.00	-43,04308	64,08063	,505	-136,92838	50,84221
	1.50	103,79125*	64,08063	,112	9,90595	197,67655
	2.00	128,83942*	64,08063	,051	34,95412	222,72471
1.50	.00	-146,83433*	64,08063	,027	-240,71963	-52,94904
	1.00	-103,79125*	64,08063	,112	-197,67655	-9,90595
	2.00	25,04817	64,08063	,698	-68,83713	118,93346
2.00	.00	-171,88250*	64,08063	,010	-265,76780	-77,99720
	1.00	-128,83942*	64,08063	,051	-222,72471	-34,95412
	1.50	-25,04817	64,08063	,698	-118,93346	68,83713

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Uji Lavene untuk Keseragaman Variasi

DATA

Leven Statisti	df1	df2	Sig.
,699	3	44	,558

Anava nilai TBARS kedelai hitam

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
kondisil	fixed	2	1 2
ekstrakl	fixed	4	1 2 3 4
haril	fixed	6	1 2 3 4 5 6

Analisis Variasi untuk data kedelai hitam

Source	DF	SS	MS	F	P
kondisil	1	156183	156183	19.93	0.000
ekstrakl	3	23213	7738	0.99	0.409
haril	5	616348	123270	15.73	0.000
Error	38	297733	7835		
Total	47	1093477			

Uji Lanjut Duncan

DATA

Duncan^a

EKSTRAK	N	Subset for alpha = .05
		1
2.00	12	58.23058
1.50	12	79.50075
1.00	12	96.73108
.00	12	118.00033
Sig.		,400

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning Nilai TBARS

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
Jenis	fixed	2	1 2

Analisis Variasi untuk data TBARS

Source	DF	SS	MS	F	P
Jenis	1	34548	34548	1.69	0.197
Error	94	1926812	20498		
Total	95	1961361			

Lampiran 3. Analisis Data Nilai Metmioglobin

Uji Lavene untuk Keseragaman Variasi

METKuningI

Leven Statisti	df1	df2	Sig.
1,437	3	44	,245

Anava nilai metmioglobin kedelai kuning

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
kondisi	fixed	2	1 2
ekstrak	fixed	4	1 2 3 4
hari	fixed	6	1 2 3 4 5 6

Analisis Variasi untuk Data kedelai kuning

Source	DF	SS	MS	F	P
kondisi	1	96.90	96.90	36.42	0.000
ekstrak	3	3608.88	1202.96	452.11	0.000
hari	5	323.26	64.65	24.30	0.000
Error	38	101.11	2.66		
Total	47	4130.15			

Uji Lanjut Duncan

METkuning

Dunca^a

EKSTRA	N	Subset for alpha =			
		1	2	3	4
2.00	12	43.3954			
1.50	12		51.5015		
1.00	12			57.8906	
.00	12				67.0616
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are

a. Uses Harmonic Mean Sample Size =

Uji Lavene untuk Keseragaman Variasi

METHitam

Leven Statisti	df1	df2	Sig.
3,171	3	44	,033

Anava nilai metmioglobin kedelai hitam

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
kondisi1	fixed	2	1 2
ekstrak1	fixed	4	1 2 3 4
haril	fixed	6	1 2 3 4 5 6

Analisis Variasi untuk Data Kedelai hitam

Source	DF	SS	MS	F	P
kondisi1	1	142.93	142.93	32.30	0.000
ekstrak1	3	1390.96	463.65	104.78	0.000
haril	5	188.25	37.65	8.51	0.000
Error	38	168.15	4.42		
Total	47	1890.29			

Uji Lanjut Duncan

METHITDuncan^a

EKSTRAK1	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2.00	12	34,72417			
1.50	12		40,77633		
1.00	12			44,53250	
.00	12				49,45792
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning Nilai metmioglobin

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
jenis	fixed	2	1 2

Analisis Variasi untuk Data kedelai

Source	DF	SS	MS	F	P
jenis	1	3803.9	3803.9	59.39	0.000
Error	94	6020.4	64.0		
Total	95	9824.4			

Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam (kondisi penyimpanan)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
FRE	1,33
KUL	1,67

Test Statistics^a

N	24
Chi-Square	8,000
df	1
Asymp. Sig.	,005

a. Friedman Test

Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam (ekstrak)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NOL	2,92
SATU	2,75
STE	2,25
DUA	2,08

Test Statistics^a

N	12
Chi-Square	11,333
df	3
Asymp. Sig.	,010

a. Friedman Test

Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam (hari)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NO	1,00
DU	2,13
EMPAT	3,50
ENAM	4,00
DLAPAN	4,50
SEPULUH	5,88

Test Statistics^a

N	8
Chi-Square	37,578
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning (kondisi penyimpanan)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
FRE	1,33
KUL	1,67

Test Statistics^a

N	24
Chi-Square	8,000
df	1
Asymp. Sig.	,005

a. Friedman Test

Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning (ekstrak)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NOL	2,92
SATU	2,75
STE	2,25
DUA	2,08

Test Statistics^a

N	12
Chi-Square	11,333
df	3
Asymp. Sig.	,010

a. Friedman Test

Warna daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning (hari)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NO	1,00
DU	2,13
EMPAT	3,50
ENAM	4,00
DLAPAN	4,50
SEPULUH	5,88

Test Statistics^a

N	8
Chi-Square	37,578
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Lampiran 5. Analisis Data Skor Aroma

Aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning (kondisi penyimpanan)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
FRE	1,38
KUL	1,63

Test Statistics^a

N	24
Chi-Square	4,500
df	1
Asymp. Sig.	,034

a. Friedman Test

Aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning (ekstrak)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NOL	3,46
SATU	2,88
STE	1,96
DUA	1,71

Test Statistics^a

N	12
Chi-Square	23,108
df	3
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai kuning (hari)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NO	1,00
DU	2,06
PAT	3,19
NAM	3,94
DLAPAN	4,94
SPULUH	5,88

Test Statistics^a

N	8
Chi-Square	38,667
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam (kondisi penyimpanan)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
FRE	1,40
KUL	1,60

Test Statistics^a

N	24
Chi-Square	3,571
df	1
Asymp. Sig.	,059

a. Friedman Test

Aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam (ekstrak)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NOL	3,25
SATU	3,21
STE	1,88
DUA	1,67

Test Statistics^a

N	12
Chi-Square	21,847
df	3
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Aroma daging sapi giling dengan penambahan ekstrak tempe kedelai hitam (hari)

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
NO	1,00
DU	2,00
PAT	3,13
NAM	4,25
LAPAN	4,75
SPULUH	5,88

Test Statistics^a

N	8
Chi-Square	38,889
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Uji Lavene untuk Keseragaman Variasi

PHKuning

Leven Statisti	df1	df2	Sig.
,052	3	44	,984

Anava PH kedelai kuning

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
kondisi	fixed	2	1 2
ekstrak	fixed	4	1 2 3 4
hari	fixed	6	1 2 3 4 5 6

Analisis variasi pH kedelai kuning

Source	DF	SS	MS	F	P
kondisi	1	0.12000	0.12000	176.52	0.000
ekstrak	3	0.00917	0.00306	4.49	0.009
hari	5	5.90417	1.18083	1736.97	0.000
Error	38	0.02583	0.00068		
Total	47	6.05917			

Uji Lanjut Duncan

PHKUNINGDuncan^a

EKSTRAK	N	Subset for alpha = .05
		1
.00	12	5,6000
1.00	12	5,6167
1.50	12	5,6333
2.00	12	5,6333
Sig.		,844

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Uji Lavene untuk Keseragaman Variasi

PHHitam

Leven Statisti	df1	df2	Sig.
,082	3	44	,970

Anava PH hitam

Analisis Variasi

Factor	Type	Levels	Values
kondisi1	fixed	2	1 2
ekstrak1	fixed	4	1 2 3 4
hari1	fixed	6	1 2 3 4 5 6

Analisis variasi pH kedelai hitam

Source	DF	SS	MS	F	P
kondisi1	1	0.11021	0.11021	95.72	0.000
ekstrak1	3	0.00729	0.00243	2.11	0.115
hari1	5	5.87854	1.17571	1021.19	0.000
Error	38	0.04375	0.00115		
Total	47	6.03979			

Uji Lanjut Duncan

PHHITAMDuncan^a

EKSTRAK1	N	Subset for alpha = .05
		1
.00	12	5,7000
1.00	12	5,7083
2.00	12	5,7167
1.50	12	5,7333
Sig.		,843

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.