

# PENGARUH PEMBERIAN BUAH MANGGIS, BUAH SIRSAK DAN KUNYIT TERHADAP KANDUNGAN RADIKAL BEBAS PADA DAGING SAPI YANG DIRADIASI DENGAN SINAR GAMMA

Fifit Fajrian Fauziah<sup>1</sup>; Drs. Unggul P. Juswono, M. Sc<sup>2</sup>; Sri Herwiningsih, M.App.Sc<sup>3</sup>

Jurusan Fisika, F.MIPA, Universitas Brawijaya

**Abstrak** Daging sapi yang disinari radiasi gamma akan mengalami ionisasi sehingga jaringan pada daging mengalami kerusakan akibat timbulnya radikal bebas. Salah satu kerusakan yang dapat terjadi adalah kerusakan pada molekul protein, lipid, karbohidrat dan lemak. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian pengaruh pemberian buah manggis, buah sirsak dan kunyit (sebagai antioksidan) dalam mempertahankan jaringan daging sapi. Pada penelitian ini, digunakan sampel berupa daging tanpa diberi antioksidan dan daging yang diberi antioksidan kemudian diradiasi dg sinar gamma dari unsur radioaktif Cs-137 dan Co-60. Kedua jenis sampel tersebut kemudian diuji dengan menggunakan ESR Leybold-Heracus untuk menganalisa kandungan radikal bebas. Hasil penelitian menunjukkan penambahan buah manggis, buah sirsak dan kunyit berpengaruh terhadap penurunan nilai kandungan radikal bebas daging sapi, hal ini dikarenakan buah manggis memiliki kandungan xanthone, buah sirsak memiliki kandungan vitamin C dan kunyit memiliki kandungan kurkuminoid yang berfungsi sebagai antioksidan.

*Kata Kunci: daging sapi, radiasi, radikal bebas, antioksidan, buah manggis, buah sirsak dan kunyit.*

## 1. PENDAHULUAN

Daging sapi memiliki kandungan gizi yang terbilang kaya yaitu salah satu sumber esensial dari protein hewani dan lemak. Radiasi merupakan pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas partikel, gelombang elektromagnetik atau cahaya (foton) dari sumber radiasi. Iradiasi adalah suatu pancaran energi yang berpindah melalui partikel-partikel yang bergerak dalam ruang atau melalui gerak gelombang cahaya. Zat yang dapat memancarkan iradiasi disebut zat radioaktif. Zat radioaktif adalah zat yang mempunyai inti atom tidak stabil, sehingga zat tersebut mengalami transformasi spontan menjadi zat dengan inti atom yang lebih stabil dengan mengeluarkan partikel atau sifat sinar tertentu. Radiasi dapat digunakan sebagai jenis pengawetan pada bahan makanan, biasanya yang digunakan yaitu radiasi sinar gamma <sup>60</sup>CO dan <sup>137</sup>Cs. Jenis radiasi pengion ini memiliki pengaruh terhadap makanan yaitu dapat menyebabkan terbentuknya kandungan radikal bebas yang berbahaya. Radikal bebas yaitu atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Antioksidan merupakan zat gizi pada makanan yang berfungsi untuk mencegah pembentukan radikal bebas baru dan mencegah reaksi berantai. Antioksidan umumnya terdapat pada tumbuh-tumbuhan berupa buah-buahan dan rempah-rempah. Pada penelitian ini antioksidan yang digunakan adalah buah manggis dan buah sirsak, sedangkan rempah-rempah yang digunakan adalah kunyit. Pemilihan buah manggis dan buah sirsak sebagai antioksidan dikarenakan memiliki kandungan xanthone dan vitamin C yang berkhasiat untuk kesehatan dan kecantikan karena memiliki antioksidan untuk menangkap radikal bebas dan mencegah kerusakan sel sehingga proses degenerasi sel terhambat. Pemilihan kunyit sebagai rempah-rempah karena memiliki kandungan kurkuminoid antioksidan yang tertinggi (Salam, 2007 ; Maulida dan Zulkarnaen, 2010).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daging Sapi

Daging sapi merupakan bahan makanan yang memiliki kaya kandungan gizi yaitu salah satu sumber esensial dari protein hewani dan lemak. Kandungan gizi daging sapi antara lain sebagai protein berfungsi untuk membentuk jaringan tubuh serta menjaga kekebalan tubuh, selenium berfungsi untuk membentuk zat antioksidan serta meningkatkan imunitas anak, vitamin B kompleks berfungsi untuk membantu kerja sistem saraf otak sehingga mampu membantu konsentrasi dan meningkatkan daya ingat, Zat besi berfungsi untuk meningkatkan metabolisme energi dalam tubuh, mempengaruhi kemampuan belajar pada anak, serta menjaga kekebalan tubuh, asam lemak omega 3 berfungsi untuk membantu fungsi jantung, sistem saraf pusat dan hati (Anonymous<sup>1</sup>, 2012).

## 2.2 Antioksidan

Antioksidan merupakan zat yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi. Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang melindungi sel dari efek berbahaya radikal bebas. Kondisi oksidasi dapat menyebabkan kerusakan protein dan DNA, kanker, penuaan, dan penyakit lainnya. Komponen kimia yang berperan sebagai antioksidan adalah senyawa golongan fenolik dan polifenolik, senyawa ini banyak terdapat di alam, terutama pada tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas. Antioksidan yang banyak ditemukan pada bahan pangan, antara lain vitamin E, vitamin C, dan karotenoid (Quezada M, 2004).

Antioksidan alami terdapat pada buah-buahan dan rempah-rempah, berikut merupakan buah-buahan dan rempah-rempah yang kaya akan kandungan antioksidan diantaranya buah manggis, buah sirsak dan kunyit. Buah manggis (*Garcinia mangostana*) memiliki banyak sekali manfaat karena kaya akan kandungan antioksidan pada kulit dan buahnya. Pada umumnya kandungan gizi buah manggis yaitu mengandung xanthone, gula sakarosa, dekstrosa, levulosa, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin C, vitamin B (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), dan vitamin B5 (niasin). Buah manggis memiliki beberapa manfaat yaitu : Mencegah penyakit kanker, diabetes, jantung, alzheimer, melawan radikal bebas, menjaga saluran kencing, mengatasi gangguan pernafasan, meningkatkan energi dan mencegah gangguan penglihatan.

Sirsak (*Anona muricata Linn*) merupakan buah yang kaya akan senyawa fitokimia. Senyawa fitokimia berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi tubuh dari pengaruh radikal bebas, meningkatkan pertahanan tubuh (sistem imun) serta memperlambat proses penuaan. Salah satu zat fitokimia dalam buah sirsak yang berfungsi sebagai antioksidan adalah vitamin C. Buah sirsak memiliki beberapa manfaat yaitu : Sebagai anti tumor atau kanker, sebagai anti jamur atau bakteri, mencegah hipertensi, dan memperlambat proses penuaan (Anonymous<sup>2</sup>, 2012). Kunyit (*Curcuma sp*) adalah genus dari famili Zingiberaceae. *Curcuma longa* adalah jenis kunyit yang paling lazim didapati dan sering digunakan untuk pengobatan, kecantikan dan ramuan dalam makanan. Kunyit mengandung senyawa yang berkhasiat obat, disebut kurkuminoid terdiri dari kurkumin, demetoksi kurkumin, dan bisdesmetoksi kurkumin. Kurkumin berfungsi dalam mengobati berbagai jenis penyakit karena senyawa tersebut dapat berfungsi sebagai anti tumor promoter, antioksidan, anti mikroba, anti radang dan anti virus. Selain itu kurkumin pada kunyit juga berperan dalam meningkatkan sistem imunitas tubuh (Astuti, 2009).

## 2.3 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil (mempunyai satu elektron atau lebih yang tanpa pasangan), untuk memperoleh pasangan elektron senyawa ini sangat reaktif dan merusak jaringan. Senyawa radikal bebas timbul akibat berbagai proses kimia kompleks dalam tubuh, berupa hasil sampingan dari proses oksidasi atau pembakaran sel yang berlangsung pada waktu bernafas, metabolisme sel, olahraga yang berlebihan, peradangan atau ketika tubuh terpapar polusi lingkungan seperti asap kendaraan bermotor, asap rokok, bahan pencemar, dan radiasi matahari atau radiasi kosmis. Oleh karena itu, tubuh memerlukan suatu substansi penting yaitu antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas tersebut sehingga tidak dapat menginduksi suatu penyakit (Maulida dan Zulkarnaen, 2010).

## 2.4 Radiasi

Radiasi digolongkan kedalam radiasi pengion dan radiasi non-pengion. Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi, yang termasuk radiasi pengion yaitu partikel alpha, beta, sinar gamma, sinar X dan neutron. Radiasi sinar gamma memiliki tiga proses ketika sinar gamma melewati suatu bahan yaitu efek fotolistrik, hamburan Compton dan produksi pasangan. Ketiga proses tersebut melepaskan elektron yang selanjutnya dapat mengionisasi atom-atom lain dalam bahan. Peluang terjadinya interaksi antara radiasi gamma dengan bahan ditentukan oleh koefisien absorpsi linier ( $\mu$ ). Efek fotolistrik adalah interaksi antara foton dengan sebuah elektron yang terikat kuat dalam atom yaitu elektron pada kulit bagian dalam suatu atom. Foton akan menumbuk elektron tersebut dan karena elektron itu terikat kuat maka elektron akan menyerap seluruh tenaga foton, akibatnya elektron akan dipancarkan keluar dari atom dengan tenaga gerak sebesar selisih tenaga foton dan tenaga ikat elektron. Hamburan Compton terjadi antara foton dan sebuah elektron bebas yang terdapat pada kulit terluar sebuah atom. Apabila foton menumbuk elektron tersebut maka berdasarkan hukum kekekalan

momentum tidak mungkin elektron akan dapat menyerap seluruh energi foton seperti pada efek fotolistrik. Foton akan menyerahkan sebagian energinya kepada elektron dan kemudian terhambur sebesar sudut terhadap arah gerak foton datang. Produksi pasangan terjadi karena interaksi antara foton dengan medan listrik dalam inti atom berat. Jika interaksi itu terjadi, maka foton akan lenyap dan sebagai gantinya akan timbul sepasang elektron-positron.

## 2.5 Elektron Spin Resonance (ESR)

*Electron Spin Resonance* (ESR) merupakan metode penelitian tentang molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Teknik ini memanfaatkan medan magnet yang ditimbulkan akibat elektron yang beresonansi dengan radiasi elektromagnetik. Penyerapan resonansi energi elektromagnetik akibat partikel yang berputar pada medan magnet yang kuat adalah dasar dari ESR ini. Pada dasarnya, ESR merupakan hubungan antara momentum sudut intrinsik elektron spin ( $S$ ) dengan momen magnet yang ditunjukkan persamaan:

$$\mu = g\beta s$$

Dimana:  $g$  = faktor lande (2,0023 J/T)

$\beta$  = magneton Bohr ( $9,274078 \times 10^{-24}$  J/T)

Faktor lande menunjukkan hubungan antara interaksi spin-orbit dan elektron paramagnet dengan inti atom yang ada disekitarnya. Penentuan nilai  $g$  didapatkan pada saat terjadi resonansi magnetik yaitu ketika sampel berinteraksi dengan radiasi elektromagnetik sebesar  $hf$  dan sebanding dengan transisi energi antara 2 tingkatan spin seperti yang dituliskan berikut (Atkins, 1999).

$$g = \frac{hf}{\mu_B B}$$

Dimana:  $h$  = konstanta plank ( $h = 6,625 \times 10^{-34}$  Js<sup>2</sup>)

$\mu_B$  = magneton Bohr ( $\mu_B = 9,273 \times 10^{-24}$  Am<sup>2</sup>)

$B$  = medan magnet eksternal (T)

Sedangkan untuk menentukan medan magnet ( $B$ ) eksternalnya pada ESR Leybold Heracus menggunakan persamaan berikut:

$$B = \mu_0 \left( \frac{4}{5} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{n}{r} I$$

Dimana:  $\mu_0 = 1,2566 \times 10^{-6}$  Vs/Am

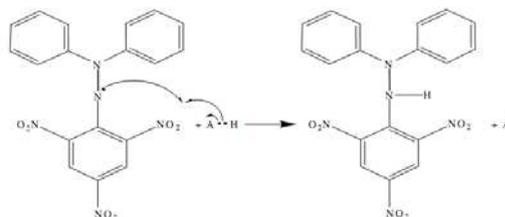
$n$  = jumlah lilitan pada kumparan Helmholtz ( $n = 320$ )

$r$  = jari-jari kumparan Helmholtz ( $r = 6,8$  cm)

$I$  = arus yang mengalir pada kumparan Helmholtz (A) (Miller, 2001).

### 2.5.1 Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)

Metode DPPH digunakan untuk mengukur elektron tunggal, diantaranya aktivitas transfer hidrogen, yang sekaligus sebagai pengukur aktivitas penghambatan radikal bebas. Untuk menguji DPPH, penangkapan radikal bersamaan dengan monitoring penurunan absorbansi akibat dari reduksi radikal (Pokorni, 2001). Berikut merupakan senyawa yang bereaksi sebagai radikal dan mereduksi radikal DPPH berdasarkan reaksi :



**Gambar 2.1** Reaksi DPPH dengan antioksidan (Astuti, 2009)

Penambahan senyawa yang bereaksi sebagai antiradikal akan menurunkan konsentrasi DPPH tersebut. Penurunan konsentrasi DPPH akan mengakibatkan penurunan absorbansinya. Berbeda dengan absorbansi bebas kontrol yang tidak diberi senyawa uji yang diduga mempunyai aktivitas antiradikal (Astuti, 2009).

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

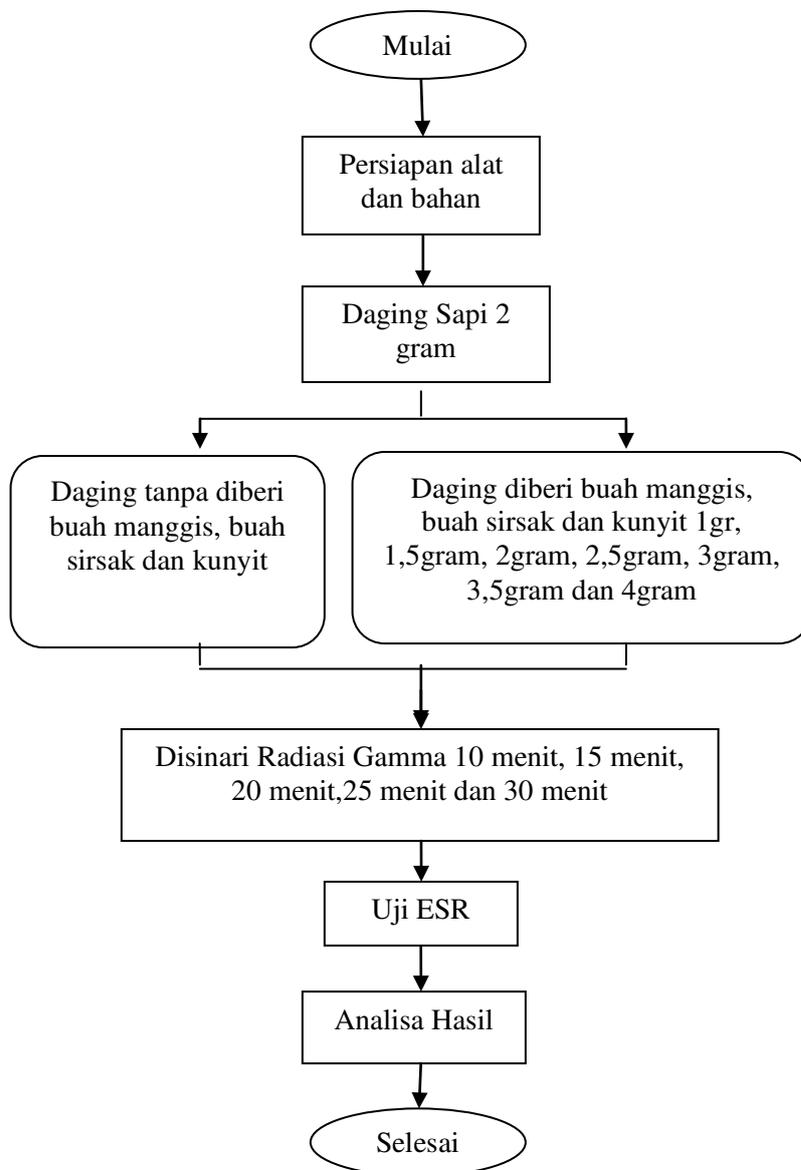
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei 2012 bertempat di laboratorium Fisika Lanjutan FMIPA Brawijaya Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian digunakan beberapa peralatan diantaranya pisau, satu set ESR Leybold-Heracus, empat sumber radiasi sinar Gamma yakni tiga sumber radiasi  $^{137}\text{Cs}$  dan satu sumber radiasi  $^{60}\text{Co}$ , serta pipet kecil. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah daging sapi, sirsak, manggis, kunyit dan DPPH.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan disajikan dalam bentuk diagram alir berikut ini :



**Gambar 3.1** Diagram Alir kerja penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

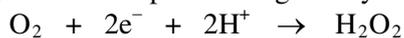
Daging sapi sebagai sampel penelitian dan ada beberapa bentuk perlakuan daging yaitu daging tanpa ada perlakuan apapun serta daging yang disinari radiasi gamma dengan perbandingan perlakuan yaitu daging ada yang diberi atau tidak diberi dengan buah manggis, buah sirsak dan kunyit sebagai antioksidan yang menangkal radikal bebas. Data hasil pengukuran daging mentah yang telah diukur dengan ESR menunjukkan tidak adanya kandungan radikal bebas yang ditunjukkan pada osiloskop dengan gambar yang berbentuk garis linier. Pada penelitian dilakukan penyinaran radiasi gamma dengan variasi lamanya penyinaran yakni lamanya 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Lamanya penyinaran tersebut apabila dikonversikan ke dalam besarnya dosis radiasi akan didapatkan nilai dan hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut nilai dosis radiasi setiap lamanya penyinaran radiasi adalah :

- Penyinaran 10 menit =  $5,22 \times 10^{-3}$  Gy
- Penyinaran 15 menit =  $15,6 \times 10^{-3}$  Gy
- Penyinaran 20 menit =  $20,8 \times 10^{-3}$  Gy
- Penyinaran 25 menit =  $32,6 \times 10^{-3}$  Gy
- Penyinaran 30 menit =  $47 \times 10^{-3}$  Gy

Daging sapi yang disinari radiasi gamma tanpa diberi antioksidan menunjukkan adanya radikal bebas yang memiliki lebih dari satu jenis radikal bebas yaitu radikal anion sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ), karbon , peroksida , hidroksil, dan anion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ). Radikal anion sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ) terbentuk karena dosis radiasi yang tinggi sehingga terjadi proses pemecahan protein oleh enzim-enzim dalam daging yang menghasilkan amoniak dan asam sulfat. Radikal hidroksil dan karbon terbentuk karena terjadinya pemutusan ikatan C-OH gugus asam karboksilat pada asam amino. Pemisahan homolitik dapat terjadi jika adanya suatu energi. Penentuan energi yang diperlukan untuk disosiasi suatu ikatan, yaitu menentukan kereaktifan suatu ikatan dalam membentuk radikalnya. Untuk memecah ikatan yang lebih stabil memerlukan masukan energi yang lebih besar. Radikal peroksil timbul karena akibat dari kondisi lingkungan dan zat yang terkandung dalam daging itu sendiri. Berikut reaksi radikal peroksil dengan oksigen :

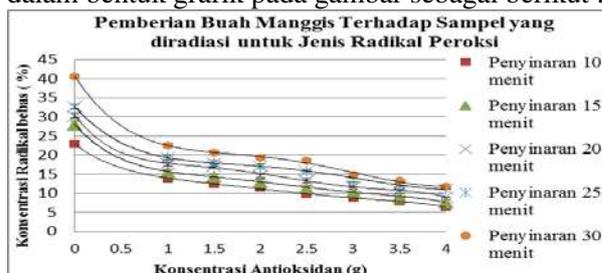


Selanjutnya radikal anion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ), pada dasarnya pembentukan radikal anion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ) sama dengan proses pembentukan radikal hidroperoksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Pembentukan radikal anion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ) terjadi karena pembentukan radikal bebas berupa rangsangan dosis radiasi yang tinggi sehingga kebocoran elektron ketika elektron meloncat secara langsung ke oksigen dan tidak bergerak normal pada serangkaian yang dikendalikan reaksi dari rantai transpor elektron.

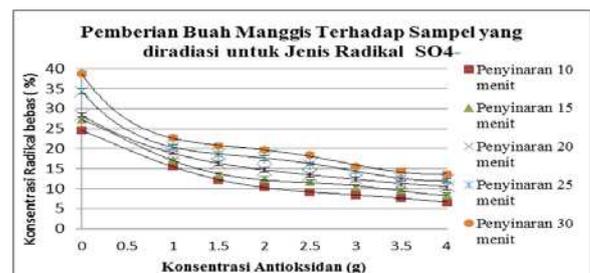


Lamanya penyinaran radiasi gamma (dosis radiasi) juga berpengaruh terhadap gambar resonansi pada daging sapi. Adanya radikal bebas ditunjukkan dengan kesimetrisan impuls resonansi pada gambar di osiloskop. Semakin lama dosis radiasi yang diberikan maka semakin cekung atau panjang pada gambar resonansi, hal ini dipengaruhi oleh radiasi sinar gamma yang berkaitan dengan besarnya dosis yang diberikan dan menunjukkan jumlah elektron ganjil yang ada didalam sampel.

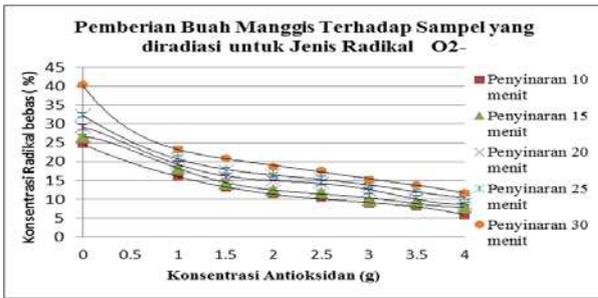
Daging sapi yang disinari radiasi gamma dan diberi antioksidan buah manggis, buah sirsak serta kunyit menunjukkan hasil bahwa kandungan radikal bebas mengalami penurunan seiring dengan lamanya dosis penyinaran radiasi. Keseluruhan hasil tersebut kemudian dirata-rata dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar sebagai berikut :



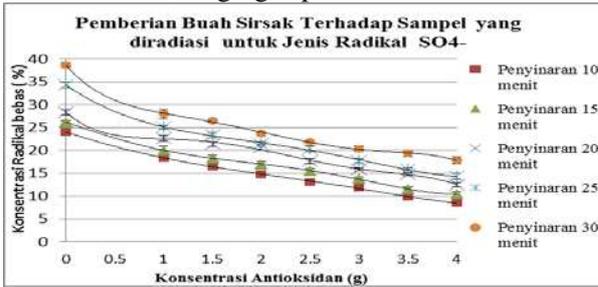
**Gambar 4.1** Grafik hubungan pemberian buah manggis dalam menurunkan kandungan radikal bebas peroksi daging sapi akibat radiasi.



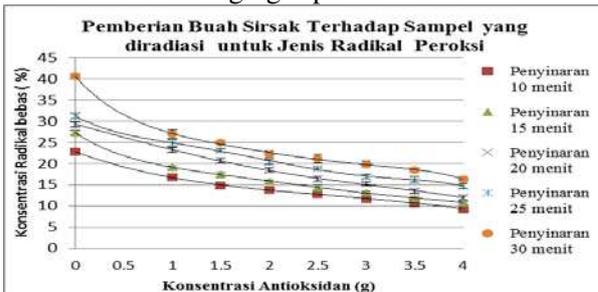
**Gambar 4.2** Grafik hubungan pemberian buah manggis dalam menurunkan kandungan radikal bebas  $\text{SO}_4^-$  daging sapi akibat radiasi.



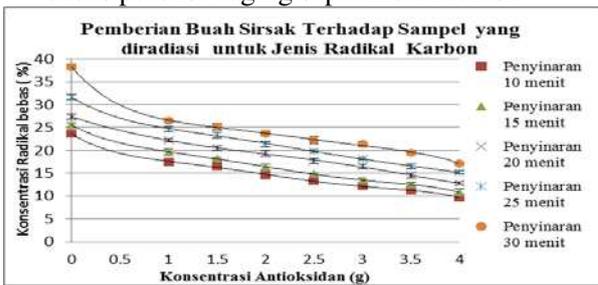
**Gambar 4.3** Grafik hubungan pemberian buah manggis dalam menurunkan kandungan radikal bebas  $O_2^-$  daging sapi akibat radiasi.



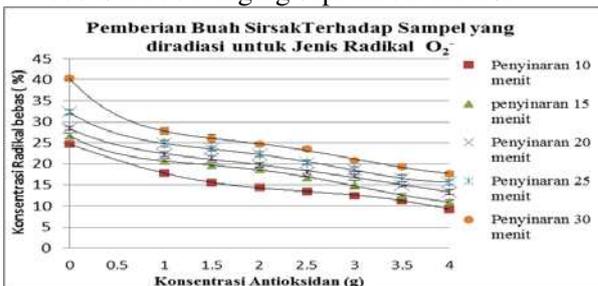
**Gambar 4.4** Grafik hubungan pemberian buah sirsak dalam menurunkan kandungan radikal bebas  $SO_4^-$  daging sapi akibat radiasi.



**Gambar 4.5** Grafik hubungan pemberian buah sirsak dalam menurunkan kandungan radikal bebas peroksi daging sapi akibat radiasi.

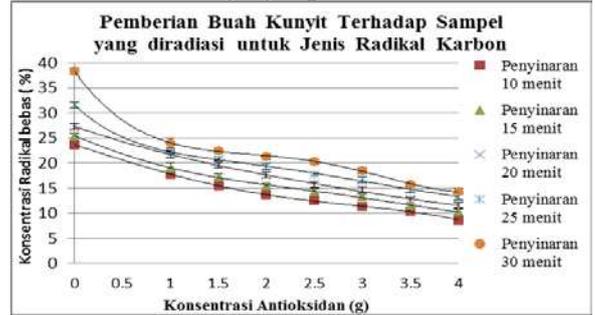


**Gambar 4.6** Grafik hubungan pemberian buah sirsak dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging sapi akibat radiasi.

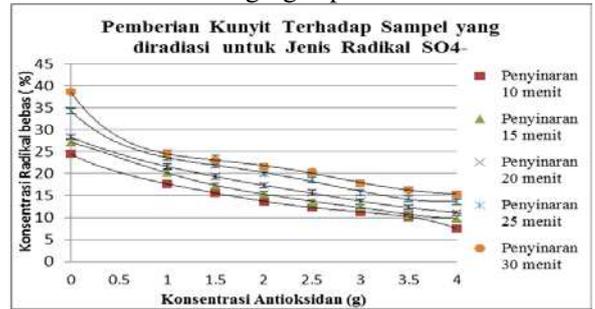


**Gambar 4.7** Grafik hubungan pemberian buah

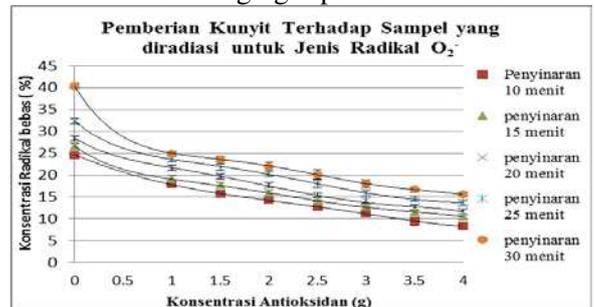
sirsak dalam menurunkan kandungan radikal bebas  $O_2^-$  daging sapi akibat radiasi.



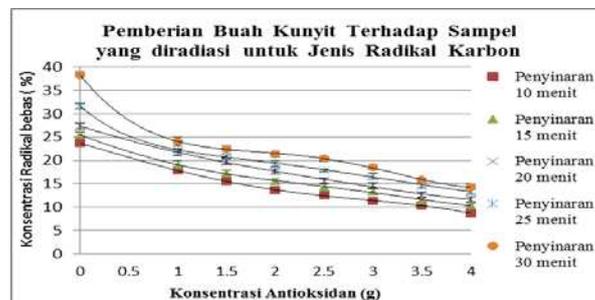
**Gambar 4.8** Grafik hubungan pemberian kunyit dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging sapi akibat radiasi.



**Gambar 4.9** Grafik hubungan pemberian kunyit dalam menurunkan kandungan radikal bebas  $SO_4^-$  daging sapi akibat radiasi.

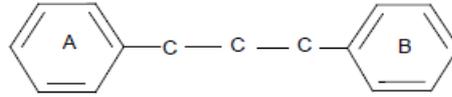


**Gambar 4.10** Grafik hubungan pemberian kunyit dalam menurunkan kandungan radikal bebas  $O_2^-$  daging sapi akibat radiasi.



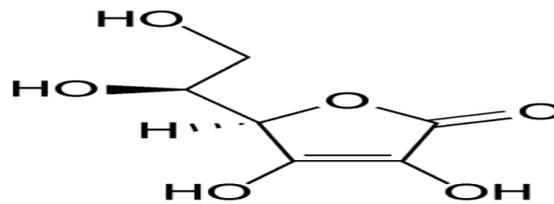
**Gambar 4.11** Grafik hubungan pemberian kunyit dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging sapi akibat radiasi.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa daging yang diberi antioksidan buah manggis yaitu dapat menurunkan kandungan radikal bebas karbon dan hidroksil. Sehingga hanya didapatkan jenis radikal bebas anion sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ), peroksida, dan anion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ). Buah manggis mengandung senyawa xanthone sebagai antioksidan yang memiliki kaya akan elektron dan gugus hidroksida yang efektif mengikat radikal bebas penyebab rusaknya sel tubuh serta memiliki sistem aromatis. Buah manggis juga mengandung senyawa flavonoid (lihat gambar 4.12) yaitu komponen fenolik yang bertindak sebagai penampung yang baik terhadap radikal hidroksil dan superoksida dengan melindungi lipid membran terhadap reaksi oksidasi yang merusak.



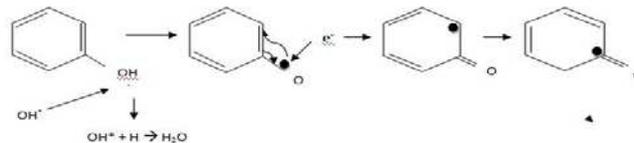
**Gambar 4.12** Kerangka dasar senyawa flavonoid (sastrohamidjojo, 1996)

Daging sapi yang disinari radiasi gamma dan diberi antioksidan buah sirsak dan kunyit menunjukkan adanya penurunan kandungan radikal bebas hidroksil, sehingga daging yang diradiasi hanya terdapat jenis radikal bebas anion sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ), peroksida, karbon, dan anion superoksida ( $\text{O}_2^-$ ). Buah sirsak sebagai antioksidan mengandung beberapa senyawa fitokimia berupa flavonoid dan kaya akan vitamin C. Vitamin C ini berperan sebagai donor elektron yang memindahkan satu elektron ke dalam reaksi biokimia intraselular dan ekstraselular. Vitamin C juga mampu menghilangkan senyawa oksigen reaktif di dalam sel netrofil, monosit, protein lensa dan retina. Sedangkan di luar sel, vitamin C dapat menghilangkan senyawa oksigen reaktif.



**Gambar 4.13** Struktur senyawa vitamin C (Belleville, 1996)

Kunyit sebagai antioksidan mengandung kurkuminoid dan minyak atsiri. Kurkuminoid merupakan senyawa aktif yang terdapat dalam dua bentuk tautomer yakni bentuk keto pada fase padat dan bentuk enol pada fase larutan. Mekanisme antioksidan pada kurkuminoid memiliki gugus fenol memiliki kemampuan elektron yang tidak berpasangan tersebut akan terus berpindah dan menjadikan radikal bebas tersebut menjadi stabil dan efek resonansi ini yang menyebabkan kestabilan radikal fenol yang ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 4.14** Reaksi radikal bebas dengan kurkumin dan perpindahan elektron bebasnya (Suratmo, 2012)

Antioksidan adalah zat yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi, sehingga suatu radikal bebas cenderung akan bereaksi dengan adanya antioksidan daripada bereaksi dengan molekul yang lain. Daging sapi yang diberi antioksidan buah manggis, buah sirsak, dan kunyit saat diradiasi menunjukkan adanya penurunan kandungan radikal bebas dibandingkan daging sapi yang tidak ditambahkan antioksidan saat diradiasi.

## 5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa daging sapi yang disinari radiasi gamma menunjukkan adanya radikal bebas yang terjadi pada daging tersebut. Semakin besar dosis yang diberikan pada daging maka semakin meningkat nilai prosentase kandungan radikal bebasnya. Iradiasi gamma pada daging sapi yang diberi antioksidan buah manggis, buah sirsak, dan kunyit berpengaruh terhadap penurunan kandungan radikal bebas. Radikal bebas tidak bisa dimusnahkan seratus persen oleh antioksidan tetapi antioksidan mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi. Buah manggis sebagai antioksidan yang sangat efektif untuk menurunkan kandungan radikal bebas pada

daging yang disinari radiasi, hal ini terjadi karena buah manggis mengandung senyawa xanthone yang memiliki kaya akan elektron dan gugus hidroksida yang efektif mengikat radikal bebas penyebab rusaknya sel tubuh serta memiliki sistem aromatis

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous<sup>1</sup>. *Potret Komoditas Daging Sapi*. 2010. [www.bni.co.id/Portals/0/Document/komoditas%20sapi.pdf](http://www.bni.co.id/Portals/0/Document/komoditas%20sapi.pdf). Tanggal akses 16 Februari 2012
- Anonymous<sup>2</sup>. 2012. *Sirsak-efektif-mengobati kanker*. <http://wikipedia.org/wiki/sirsak>. diakses tanggal 17 april 2012
- Astuti, Niluh Yuni. 2009. *Uji Aktivitas Penangkap Radikal DPPH Oleh Analog Kurkumin Monoketon dan Heteroalifatik Monoketon*. <http://docs.google.com/viewer>. Skripsi Fakultas Farmasi UNMUH. Surakarta
- Dewi Maulida dan Naufal Zulkarnaen. 2010. Ekstarksi Antioksidan (LIKOPEN) Dari Buah Tomat Dengan Menggunakan Solven Campuran, n-Heksana, Aseton, dan Etanol. *Jurnal Teknik Kimia*. P. 5-7
- Hernani M. R. 2005. 2005. *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Miller. 2001. ESR Spectra, <http://www.ensta.fr/esr.html>. tanggal akses 17 Januari 2012.
- Quezada M, Asencio M, Valle JM, Aguilera JM. 2004. *Antioxidant activity of crude extract, alkaloid fraction, and flavonoid fraction from Boldo Peumus boldus Molina) Leaves*. "Food Sci" 69: C371-C376
- Sastrohamidjojo, H. 1985. *Spektroskopi*, Edisi kesatu. Liberty. Yogyakarta.
- Suratmo. 2012. *Reaksi Radikal Bebas dengan Suatu Materi*, Kimia FMIPA UB Malang.