

**PENGARUH BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus* L. Urban)
DAN LIDAH BUAYA (*Aloe vera*) TERHADAP KANDUNGAN
RAKIBAL BEBAS PADA DAGING AYAM YANG DIRADIASI
DENGAN SINAR ULTRAVIOLET**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana sains dalam bidang fisika

SKRIPSI

Oleh :
RIBUT HADI SAPUTRO
0610930047-93



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus* L. Urban) DAN LIDAH BUAYA (*Aloe vera*) TERHADAP KANDUNGAN RADIKAL BEBAS PADA DAGING AYAM YANG DIRADIASI DENGAN SINAR ULTRAVIOLET

Oleh :

RIBUT HADI SAPUTRO
0610930047

**Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Unggul P Juswono, M.Sc
NIP. 196501111990021002

Chomsin S Widodo , PhD
NIP 196910201995121002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

Adi Susilo, Ph.D
NIP 196312271991031002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIBUT HADI SAPUTRO

NIM : 0610930047

Jurusan : Fisika

Penulis Tugas Akhir berjudul :

**PENGARUH BENGGKUANG (*Pachyrhizus erosus* L. Urban)
DAN LIDAH BUAYA (*Aloe vera*) TERHADAP KANDUNGAN
RADIKAL BEBAS PADA DAGING AYAM YANG DIRADIASI
DENGAN SINAR ULTRAVIOLET**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi TA saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2013
Yang menyatakan,

Ribut Hadi Saputro
NIM 0610930047

ABSTRAK

Radiasi sinar UV berbahaya bagi kesehatan. Radiasi UV bisa menyebabkan terjadinya radikal bebas. Radiasi sinar UV berbahaya bagi kulit, misalnya terasa seperti terbakar, muncul noda atau bercak coklat serta bisa membuat kulit menjadi kering dan dapat menyebabkan kanker kulit. Munculnya radikal bebas dapat dicegah oleh suatu zat antioksidan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian bengkuang dan lidah buaya sebagai antioksidan.

Pada penelitian ini digunakan sampel daging ayam. Sampel akan di beri perlakuan yang berbeda. Perlakuan pertama digunakan sampel tanpa antioksidan. Perlakuan kedua sampel ditambah dengan antioksidan. Kedua perlakuan sampel tersebut diradiasi menggunakan sinar ultraviolet. Panjang gelombang sinar UV yang digunakan adalah 366 nm. Sampel tersebut kemudian diuji dengan menggunakan ESR Leybold-Heracus. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kandungan radikal bebas.

Hasil penelitian menunjukkan bengkuang dan lidah buaya dapat mengurangi kandungan radikal bebas. Bengkuang dan lidah buaya memiliki kandungan antioksidan berupa saponin, flavonoid, isoflavon, lignin, vitamin E dan vitamin C. Bengkuang berperan sebagai antioksidan yang lebih baik dibanding dengan lidah buaya. Bengkuang dapat menangkal radikal bebas (SO_4^-), (SO_3^-), sedangkan lidah buaya hanya menangkal radikal (SO_4^-).

Kata kunci : daging ayam, radiasi ultraviolet, radikal bebas, antioksidan, bengkuang dan lidah buaya.

ABSTRACT

UV radiation is harmful for the human health. UV radiation is can be effect of free radicals. UV radiation is can be damage of skin, such as burn, stains or brown spots, dry and cancer of skins. The appearance of free radical is prevented by antioxidant. The objective of this study that identified the effect of antioxidant types, such as yam bean and aloe vera.

This study, slices of chicken used as object of samples. This object of samples would be acquired in different ways of treatments. The first treatment used sample without add several antioxidant. The second treatment used an sample with add several antioxidant. Both of them would be irradiated with use of UV ray. The wavelength criterion of UV that applied in experiment of about 366 nm. Each of samples would be tested with use Leybold-Heracus ESR equipment. This treatment had done to determine the number of content of the free radicals.

The results of this study represented of effectivity within use yam bean and aloe vera in order to reduce the number of content of the free radical. Yam bean and aloe vera both containing of several antioxidants, such as saponin, flavonoids, isoflavon, lignin, vitamin E and vitamin C. Yam bean had suggested as a good antioxidant than aloe vera. Yam bean could be prohibited of free radicals, such as SO_4^- and SO_3^- . Meanwhile, aloe vera could be only prohibited of free radical as SO_4^- .

Keywords: chicken meat, UV, free radicals, antioxidant, yam bean, and aloe vera

KATA PENGANTAR

Berkat rahmat Allah Yang Maha Kuasa, puji dan syukur penulis panjatkan pada-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir berjudul “Pengaruh Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus L. Urban*) dan Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Terhadap Kandungan Radikal Bebas Pada Daging Ayam Yang Diradiasi Dengan Sinar Ultraviolet”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains dalam bidang Fisika di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam penyusunan tugas akhir ini, sehingga pada kesempatan ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan semangat, mendukung dan mendoakan penulis.
2. Bpk. Unggul P. J, M.Sc sebagai pembimbing I atas segala bentuk bimbingan yang beliau berikan selama penyusunan tugas akhir.
3. Bpk. Chomsin Widodo, Ph.D sebagai pembimbing II atas segala bentuk bimbingan yang beliau berikan selama penyusunan tugas akhir, serta bimbingan beliau dalam bidang seni karawitan dan filosof hidup.
4. Bpk. Adi Susilo, Ph.D selaku Ketua Jurusan Fisika yang banyak memberikan teladan baik bagi semua di jurusan Fisika.
5. Bapak dan ibu dosen, staf pengajar, laboran, dan karyawan jurusan Fisika
6. Adek nan jauh disana yang selalu memberikan semangat dan doa
7. Saudara-saudara seperjuangan yang telah atau yang masih menempuh menempuh perjuangannya di dalam pendidikan di jurusan Fisika Universitas Brawijaya

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal budi serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini dan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Penulis juga memohon maaf sebesar-besarnya atas segala bentuk kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini.

18 Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ultraviolet	5
2.2 Radikal Bebas	6
2.3 Antioksidan	7
2.3.1 Lidah Buaya	8
2.3.2 Bengkuan	10
2.4 Daging Ayam	12
2.5 Electron Spin Resonance (ESR)	13

BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.3.1 Persiapan Sampel	19
3.3.2 Persiapan Alat	20
3.3.3 Kalibrasi Alat	21
3.3.4 Iradiasi Sinar Ultraviolet Terhadap Daging Ayam	22
3.4 Analisis Data	23
BAB IV PEMBAHASAN	25
4.1 Kalibrasi Alat	25
4.2 Radikal Bebas Pada Daging Ayam	25
4.3 Analisis Radikal Bebas Pada Daging Yang Diradiasi Ultraviolet Tanpa Antioksidan	26
4.4 Analisis Radikal Bebas Pada Daging Yang Diradiasi Ultraviolet Dan Dicampur Dengan Antioksidan	28
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Spektrum gelombang elektromagnetik	5
Gambar 2. 2 Cara kerja antioksidan menetralkan radikal bebas.....	7
Gambar 2. 3 Lidah Buaya	9
Gambar 2. 4 Bengkuang.....	11
Gambar 2. 5 Hubungan antara medan magnet dan energi	14
Gambar 3. 1 Diagram alir kerja penelitian.....	18
Gambar 3. 2 Potongan daging ayam.....	19
Gambar 3. 3 Rangkaian alat ESR Leybold-Heracus.....	21
Gambar 3. 4 Skema tempat penyinaran sampel.....	22
Gambar 4. 1 Kurva resonansi DPPH	25
Gambar 4. 2 Resonansi pada daging mentah.....	26
Gambar 4. 3 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas O_2^- daging ayam akibat radiasi UV	30
Gambar 4. 4 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas Peroxy daging ayam akibat radiasi UV.....	30
Gambar 4. 5 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging ayam akibat radiasi UV.....	31
Gambar 4. 6 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas oksigen tunggal (1O_2) daging ayam akibat radiasi UV	31
Gambar 4. 7 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas O_2^- daging ayam akibat radiasi UV	32
Gambar 4. 8 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas peroxy daging ayam akibat radiasi UV	32
Gambar 4. 9 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging ayam akibat radiasi UV	33
Gambar 4. 10 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas SO_3^- daging ayam akibat radiasi UV	33

Gambar 4. 11 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) daging ayam akibat radiasi UV.....	34
Gambar 4. 12 Struktur kimia saponin.....	35
Gambar 4. 13 Struktur kimia flavonoid	35
Gambar 4. 14 Struktuk kimia isoflavon.....	36
Gambar 4. 15 Reaksi pada radikal superoksida.....	36
Gambar 4. 16 Unit monomer lignin.....	36
Gambar 4. 17 Reaksi pada asam linoleat.....	37
Gambar 4. 18 Struktur kimia vitamin C.....	38
Gambar 4. 19 Reaksi reduksi dan oksidasi asam askorbat.....	38
Gambar 4. 20 Struktur kimia vitamin E.....	39



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komponen nutrisi lidah buaya per 100 gr.....	9
Tabel 2. 2 Kandungan zat gizi bengkuang per 100 gram.....	12
Tabel 2. 3 Kandungan zat gizi daging ayam per 100 gram.....	13
Tabel 2. 4 Nilai faktor g.....	15
Tabel 4. 1 Data pengamatan untuk DPPH.....	25
Tabel 4. 2 Radikal bebas pada sampel yang diradiasi sinar UV tanpa antioksidan.....	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil penelitian frekuensi dan arus pada daging ayam tanpa antioksidan	45
Lampiran 2 Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari radiasi sinar ultraviolet tanpa antioksidan.....	47
Lampiran 3 Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi antioksidan.	50
Lampiran 4 Gambar resonansi pada osiloskop.....	71
Lampiran 5 Nilai Faktor g.....	76
Lampiran 6 Gambar alat yang digunakan	77



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu spektrum gelombang elektromagnetik. Radiasi oleh sinar ultraviolet ini berbahaya bagi kesehatan, karena radiasi UV mampu menyebabkan terjadinya radikal bebas. Radikal bebas tersebut timbul karena ada senyawa sensitizer yang mampu menyimpan energi radiasi ultraviolet. Radiasi UV dapat membuat kulit terasa seperti terbakar, muncul noda atau bercak coklat, membuat kulit menjadi kering dan dapat menyebabkan kanker kulit (Bunawas, 1999). Pembentukan radikal bebas tersebut dapat dicegah oleh suatu zat antioksidan (Sofia, 2003).

Pada dasarnya tubuh manusia dapat menghasilkan antioksidan tetapi jumlahnya sering sekali tidak cukup untuk menetralkan radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh, sehingga diperlukan antioksidan dari luar (Youngson, 2005). Antioksidan biasanya terdapat pada tumbuh-tumbuhan misalnya buah-buahan dan rempah-rempah (Fauziah, 2013). Pada penelitian ini digunakan lidah buaya dan bengkuang sebagai antioksidan. Lidah buaya biasanya dikenal berkhasiat sebagai penyubur rambut, bahan perawatan kecantikan. Fungsi lidah buaya yang lain adalah anti inflamasi, anti jamur, anti bakteri, membantu proses regenerasi sel dan menstimulasi kekebalan tubuh terhadap serangan penyakit kanker (Sunarsih, 2012). Bengkuang merupakan tumbuhan kaya akan zat gizi misalnya vitamin dan mineral. Selain itu bengkuang juga mengandung kadar air yang cukup tinggi sehingga dapat menyegarkan tubuh setelah mengonsumsinya (Jatnika dan Saptoningsih, 2009). Bengkuang juga berkhasiat untuk mencerahkan kulit sehingga tampak lebih putih dan cerah serta melindungi dari radiasi sinar ultraviolet. Bengkuang memiliki potensi untuk menjadi UV protektan (Daniati, 2009). Berdasarkan penelitian tersebut diharapkan bahan antioksidan yang digunakan pada penelitian ini mampu mencegah atau mengurangi radikal bebas akibat radiasi ultraviolet.

Pada penelitian ini digunakan suatu alat yang disebut Electron Spin Resonance (ESR). ESR ini berfungsi untuk mendeteksi molekul radikal bebas. ESR yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe Leybold Heracus yang memiliki frekuensi dalam satuan Mega Hertz (MHz). Dari penelitian yang telah dilakukan radikal bebas muncul pada rentang

frekuensi antara 30 MHz sampai 34MHz (Ridho, 2012, Fajrian, 2013). Salah satu keterbatasan perangkat ESR ini adalah tidak tersedianya tabung untuk menguji sample. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain, yaitu menggunakan tabung durham. Dengan kondisi tersebut diharapkan pada penelitian ini ESR mampu mendeteksi radikal bebas pada sample akibat radiasi ultraviolet.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh radiasi ultraviolet terhadap sampel,
2. Bagaimana proses terjadinya radikal bebas akibat radiasi ultraviolet,
3. Bagaimana cara mendeteksi radikal bebas yang timbul akibat radiasi ultraviolet.
4. Bagaimana cara mengetahui jenis radikal bebas,
5. Bagaimana peran antioksidan bengkuang dan lidah buaya terhadap radikal bebas akibat radiasi ultraviolet,

1.3 Batasan masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka permasalahan tersebut akan dibatasi sebagai berikut:

1. Tidak membahas proses terjadinya radikal bebas akibat radiasi sinar ultraviolet,
2. Tidak membahas mekanisme kerja antioksidan bengkuang dan lidah buaya terhadap radikal bebas akibat radiasi sinar ultraviolet

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis - jenis radikal bebas akibat radiasi ultraviolet pada daging ayam,
2. Mengetahui bagaimana pengaruh zat antioksidan bengkuang dan lidah buaya terhadap kandungan radikal bebas pada daging ayam sebelum dan sesudah diradiasi sinar ultraviolet.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kandungan radikal bebas pada daging ayam yang telah diradiasi sinar UV dan pemberian bengkuang dan lidah buaya yang dapat digunakan untuk membantu mengurangi radikal bebas pada daging ayam akibat radiasi UV.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

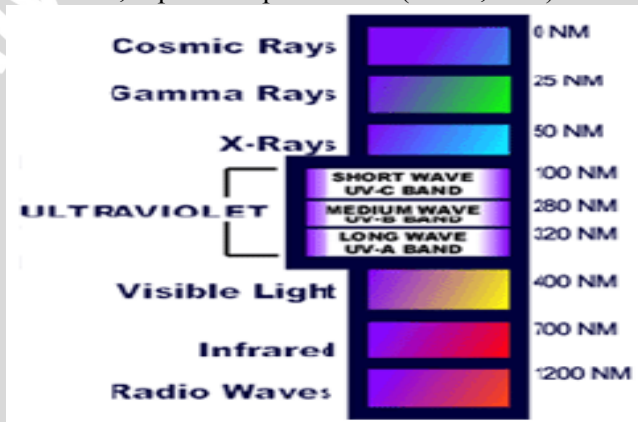


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ultraviolet

Ultraviolet merupakan suatu bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Sinar ultraviolet dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan dengan panjang gelombangnya, yaitu UVA (400-315 nm), UVB (315-280 nm) dan UVC(280-100 nm). Secara umum sumber ultraviolet dapat diperoleh secara alamiah dan buatan, dengan sinar matahari merupakan sumber utama ultraviolet di alam. Sumber ultraviolet buatan umumnya berasal dari lampu fluorescent khusus, seperti lampu merkuri (Lucas,2006).



Gambar 2. 1 Spektrum gelombang elektromagnetik

Menurut Hendriyanto, pada umumnya UV digunakan untuk penelitian genetika, keperluan medis, dan sterilisasi karena dapat membunuh bakteri. Energi radiasi ultraviolet mampu melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan tidak dapat melakukan replikasi, sehingga sel tersebut akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi ultraviolet yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel tersebut akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel. Jika hal ini terus menerus berlangsung, maka akan menyebabkan efek biologis. Jika radiasi ultraviolet terus menerus diterima oleh mata, maka akan menyebabkan kerusakan mata misalnya katarak, sedangkan efek yang terjadi pada kulit akibat radiasi ultraviolet ada dua macam, kronis dan akut. Efek akut akan nampak dalam

beberapa jam setelah bagian kulit terkena radiasi sedangkan efek kronis tidak langsung tampak dalam beberapa waktu, tetapi akan nampak dalam jangka waktu yang lama jika terus-menerus terkena radiasi UV. Efek akut yang terjadi pada kulit biasanya kulit akan menjadi lebih gelap, terasa seperti terbakar, sedangkan efek kronis yang terjadi akibat radiasi UV adalah kanker kulit (Akram, 2005).

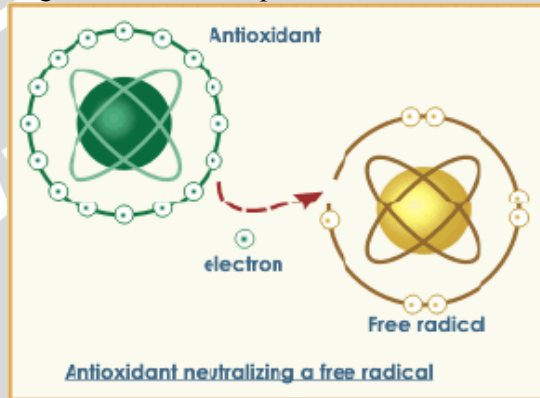
2.2 Radikal Bebas

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada lapisan luarnya, sehingga molekul radikal bebas ini berusaha melengkapinya dengan cara bereaksi dengan molekul disekitarnya. Radikal bebas bersifat sangat reaktif sehingga radikal bebas tidak dapat mempertahankan bentuk asli dalam waktu lama dan segera berikatan dengan molekul sekitarnya dengan cara menyerang molekul yang stabil. Molekul yang elektronnya diambil tersebut akan menjadi radikal bebas baru sehingga akan memulai suatu reaksi berantai, yang akhirnya dapat merusak sel (Panjaitan, 2012).

Terbentuknya radikal bebas karena sinar UV disebabkan karena cahaya dari sinar ultraviolet tersebut mengenai sensitizer, yaitu senyawa yang mampu menyimpan cahaya/energi dengan baik dan mampu menyimpannya sampai ada kesempatan dipindahkan ke molekul lain, yang mana proses ini kemudian akan memproduksi radikal bebas (zahar, 2012). Pada tubuh manusia reaksi pembentukan radikal bebas merupakan mekanisme biokimia tubuh normal. Reaksi radikal bebas terjadi melalui beberapa tahap yaitu *inisiasi*, *propagasi* dan *terminasi*. Inisiasi merupakan tahap ketika terjadi pembelahan fisis (*homolitik*) ikatan kovalen pada molekul yang menghasilkan radikal bebas. Pada tahap ini energi diperoleh dari energi yang berasal dari cahaya. Panjang gelombang pada cahaya ini cukup kuat untuk memecah pasangan elektron pada ikatan kovalen yang dapat menghasilkan radikal bebas. Proses berikutnya adalah propagasi yang merupakan tahapan reaksi kimia utama dimana radikal bebas akan bereaksi bersama-sama membentuk lebih banyak lagi spesies yang bereaksi. Proses selanjutnya adalah terminasi yaitu tahapan ketika radikal bebas bergabung membentuk ikatan kovalen dan secara aktif akan mengakhiri proses reaksi rantai serta membentuk senyawa yang stabil (Cairns, 2003).

2.3 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah proses terbentuknya radikal bebas. Zat antioksidan ini mampu memperlambat atau menghambat oksidasi. Antioksidan mudah teroksidasi meskipun dalam konsentrasi rendah, karena antioksidan dapat memberikan elektronnya dengan cuma-cuma kepada molekul radikal bebas.



Gambar 2. 2 Cara kerja antioksidan menetralkan radikal bebas

Berdasarkan asalnya, antioksidan terdiri atas antioksidan yang berasal dari dalam tubuh (endogen) dan dari luar tubuh (eksogen). Tetapi antioksidan endogen tidak selalu mampu menetralkan radikal bebas yang masuk kedalam tubuh. Oleh karena itu, diperlukan antioksidan dari luar (eksogen) untuk mengatasinya (Maulida dan zulkarnaen, 2010).

Berdasarkan mekanisme kerjanya antioksidan dibedakan menjadi beberapa yaitu :

1. Antioksidan primer adalah antioksidan yang dapat bereaksi dengan radikal bebas atau mengubahnya menjadi produk yang stabil. Antioksidan primer berperan untuk mencegah pembentukan radikal bebas baru dengan memutus reaksi berantai dan mengubahnya menjadi produk yang lebih stabil. Contoh antioksidan primer ialah enzim superoksida dimustase (SOD), katalase, dan glutathion dimustase.
2. Antioksidan sekunder atau antioksidan preventif adalah antioksidan yang dapat mengurangi laju awal reaksi rantai. Antioksidan sekunder berfungsi menangkap senyawa radikal serta mencegah

terjadinya reaksi berantai. Contoh antioksidan sekunder diantaranya yaitu vitamin E, Vitamin C, dan β -karoten.

3. Antioksidan tersier berfungsi untuk memperbaiki kerusakan sel dan jaringan yang disebabkan oleh radikal bebas. Contoh antioksidan tersier yaitu enzim yang memperbaiki DNA pada inti sel adalah metionin sulfoksida reduktase.

Antioksidan banyak ditemukan pada bahan pangan diantaranya buah-buahan, sayuran dan biji-bijian adalah sumber antioksidan yang baik dan bisa meredam reaksi berantai radikal bebas dalam tubuh, yang pada akhirnya dapat menekan proses penuaan dini (Hernani, 2005).

2.3.1 Lidah Buaya

Tanaman lidah buaya memiliki nama latin *Aloe vera* yang termasuk dalam divisi *spermatophyta* atau tumbuhan tingkat tinggi, dengan sub divisi berupa tumbuhan *angiospermae* atau tumbuhan berbiji tertutup. Lidah buaya termasuk dalam kelas tumbuhan biji berkeping satu yang biasa disebut monokotil. *Aloe vera* termasuk dalam tumbuhan berbangsa *Liliales*, dengan nama suku *Liliaceae* dan nama marga *Aloe*, sehingga tumbuhan ini memiliki nama jenis atau spesies *Aloe vera* (Hutapea, 1993).

Sudah banyak bukti yang mengarah pada khasiat lidah buaya terhadap penyembuhan berbagai penyakit, maka banyak peneliti yang berusaha mencari tahu kandungan lidah buaya yang mujarab tersebut. Saat ini banyak lidah buaya digunakan untuk mengobati diabetes melitus, sembelit, radang tenggorokan, menurunkan kadar kolesterol yang tinggi, disentri, beri-beri, anemia, bisul, tumor, dan lainnya (Fumawanthi, 2004). Menurut beberapa ahli atau peneliti masa kini, lidah buaya dianggap sebagai anggota tumbuhan kaktus atau jenis *xerofit*, terutama karena sifat dan karakternya yang mirip dengan kaktus. Tumbuhan ini dapat tumbuh di mana saja terutama di daerah tropis dan kering. Taksonomi tanaman lidah buaya seperti berikut ini :

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Klas	: Monocotyledoneae
Famili	: Liliales
Ordo	: Liliaceae
Genus	: Aloe
Spesies	: Aloe vera



Gambar 2. 3 Lidah Buaya

Sekilas lidah buaya merupakan tanaman hias yang banyak memenuhi pot di rumah-rumah, akan tetapi ternyata lidah buaya merupakan tanaman yang memiliki banyak kandungan zat bermanfaat untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Berikut ini adalah kandungan per 100g di dalam lidah buaya:

Tabel 2. 1 Komponen nutrisi Lidah Buaya per 100 gr

Komponen	Jumlah
Karbohidrat	0.300 gr
Kalori	1.750 – 2.300 kal
Lemak	0.050 – 0.090 gr
Protein	0.010 – 0.061 gr
Vitamin A	2.000 – 4.600 IU
Vitamin C	0.500 – 4.200 mg
Thiamin	0.003 – 0.004 mg
Riboflavin	0.01 – 0.04 mg
Niacin	0.038 – 0.040 mg
Kalsium	9.920 – 10.920 mg
Besi	0.060 – 0.320 mg
Aloin	-
Isobarbaloin	-
Lignin	-
Aloecomodin	-

Lidah buaya dikenal memiliki banyak manfaat. Lidah buaya dikenal memiliki fungsi yang baik bagi kesehatan yaitu sebagai antiinflamasi, antijamur, antibakteri, membantu proses regenerasi sel, menurunkan kadar gula bagi penderita diabetes, mengontrol tekanan darah, menstimulasi kekebalan tubuh terhadap serangan penyakit kanker. Lidah buaya mempunyai kandungan zat gizi, vitamin dan mineral yang dapat berfungsi sebagai pembentuk antioksidan alami, seperti vitamin C, A, E, magnesium, dan zinc. Antioksidan ini berguna untuk mencegah penuaan dini, serangan jantung, dan berbagai penyakit degeneratif. Pada daun lidah buaya terdapat lendir yang mengandung zat lignin yang mampu menembus dan meresap ke dalam kulit. Lendir ini akan menahan hilangnya cairan tubuh dari permukaan kulit.

Lignin yang terdapat di dalam daun lidah buaya yang berguna untuk menjaga kelembapan kulit sehingga kulit tidak menjadi kering dan terjaga elastisitasnya, juga bermanfaat untuk mencegah terjadinya alergi kulit pada pemakainya. Ditambah dengan kandungan antrakuinon dan asam amino yang akan sangat berguna bagi kulit karena membantu kulit untuk segera memperbarui diri untuk menghasilkan sel-sel baru dan dapat menghilangkan sel kulit mati. Daging dari daun lidah buaya ini juga memiliki tingkat keasaman yang sama dengan yang dimiliki manusia dan mampu meresap dengan baik ke dalam tubuh juga memiliki kandungan saponin yang dapat berfungsi sebagai anti bakteri dan jamur (Purbaya, 2003).

2.3.2 Bengkuang

Bengkuang merupakan tanaman asli dari Amerika Tengah dan ditanam menggunakan benih. Umbi bengkuang mengandung 80-90% air, 10-17% karbohidrat, 1-2,5% protein; 0,5-1% serat; 0,1-0,2% lemak, dan vitamin C. Umbi yang masih muda mengandung 86% air, 10% karbohidrat; 2,6% protein; 0,9% serat; 0,3% lemak, dan vitamin C. Benih yang sudah masak mengandung 30% minyak lemak, asam pachyrrizonic, 0,5-1% rotenon, dan 0,5-1% rotenoid. Daun bengkuang mengandung kurang lebih 0,01% rotenon dan rotenoid, sedangkan umbi bengkuang tidak memiliki senyawa ini. Bengkuang dapat dipanen setelah umur tanaman 4-7 bulan. Biasanya, petani menggunting bunga bengkuang agar umbi yang berkembang lebih besar (Sorensen 1996).



Gambar 2. 4 Bengkuang

Menurut Van Steenis (2006), klasifikasi tanaman bengkuang adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: Pachyrhizus
Spesies	: Pachyrhizus erosus L. Urban

Bengkuang merupakan buah yang kaya akan berbagai zat gizi yang sangat penting untuk kesehatan terutama vitamin dan mineral. Vitamin yang terkandung dalam bengkuang yang paling tinggi adalah vitamin C. Sedangkan mineral yang terkandung dalam bengkuang adalah fosfor, zat besi, kalsium dan lain-lain. Bengkuang juga merupakan buah yang mengandung kadar air yang cukup tinggi sehingga dapat menyegarkan tubuh setelah mengkonsumsinya dan menambah cairan tubuh yang diperlukan untuk menghilangkan deposit-deposit lemak yang mengeras yang terbentuk pada beberapa bagian tubuh. Oleh karena itu, bengkuang dianggap dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Kandungan zat gizi pada bengkuang per 100 gram adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Kandungan zat gizi pada bengkuang per 100 gram

Komponen	Jumlah
Energi	55 kal
Protein	1.4 gr
Lemak	0.2 gr
Karbohidrat	12.8 gr
Kalsium	15 mg
Fosfor	18 mg
Vitamin A	0.5 mg
Vitamin B1	0.04 mg
Vitamin C	20 mg
Vitamin E	0.35 mg
Besi	0.6 mg
Saponin	-
Inulin	-
Pachyrhizon	-
Rotenon	-
Isoflavon	-

Pada penelitian berjudul *The Exploration of Whitening and Sun Screening Compounds in Bengkuang Roots (Pachyrhizus erosus)* oleh Endang Lukitaningsih, disebutkan bahwa bengkuang mengandung vitamin C, flavonoid, dan saponin yang merupakan tabir surya alami untuk mencegah kulit rusak oleh radikal bebas. Selain itu zat fenolik dalam bengkuang cukup efektif menghambat proses pembentukan melanin, sehingga pigmentasi akibat hormon, sinar matahari, dan bekas jerawat dapat dicegah dan dikurangi.

2.4 Daging Ayam

Daging ayam merupakan salah satu bahan makanan utama mayoritas masyarakat Indonesia. Hal ini disebabkan oleh karena harga daging ayam dapat dijangkau oleh masyarakat luas. Daging ayam mengandung protein yang tinggi serta berlemak rendah. Murtidjo (2003) memaparkan bahwa daging ayam juga memiliki tekstur yang lebih halus dan lebih lunak jika dibandingkan dengan daging sapi dan ternak lain sehingga lebih mudah dicerna. Daging ayam bersifat mudah rusak akibat benturan fisik maupun aktivitas mikroba, sehingga diperlukan penanganan yang tepat agar daging ayam tersebut dapat disimpan lama.

Daging ayam memiliki kandungan gizi yang tinggi. Daging ayam kaya kandungan protein dan merupakan sumber fosfor dan mineral lain serta vitamin B-kompleks. Berikut ini kandungan nilai gizi daging pada ayam per 100 gram:

Tabel 2. 3 Kandungan zat gizi pada daging ayam per 100 gram

Komponen	Jumlah
Kolesterol	60 gr
Energi	320 kkal
Protein	18.2 gr
Lemak	25 gr
Kalsium	14 mg
Besi	1.5 mg
Magnesium	24 mg
Fosfor	200 mg
Vitamin A	810 IU
Vitamin B	0.8 mg
Riboflavin	0.16 mg
As. Pantotenat	1.233 mg

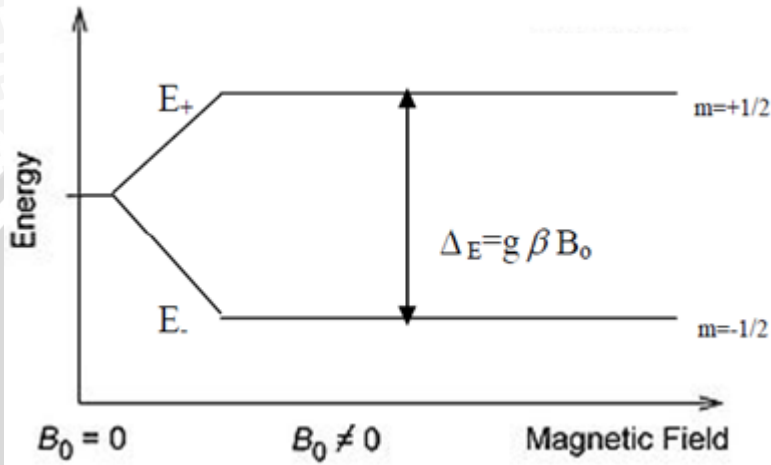
2.5 Electron Spin Resonance (ESR)

Electron Spin Resonance (ESR) merupakan metode penelitian tentang molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Teknik metode ini memanfaatkan medan magnet yang akan mengakibatkan elektron beresonansi. Resonansi ini terjadi saat frekuensi atom menyerap energi yang dihasilkan oleh medan magnet pada frekuensi tertentu yang sama dengan frekuensi pada atom, sehingga elektron tersebut dapat berputar (Hendrayana, 1994).

Setiap elektron memiliki sebuah momen magnetik dan bilangan kuantum spin $s = 1/2$, dengan komponen magnetik $m_s = +1/2$ dan $m_s = -1/2$. Jika terdapat medan magnetik external dengan kekuatan B_0 , maka momen magnetik elektron akan menyejajarkan diri secara paralel ($m_s = -1/2$) atau antiparalel ($m_s = +1/2$) terhadap medan. Tiap penyejajaran memiliki sebuah energi tertentu. Kesejajaran paralel berkaitan dengan tingkatan energi rendah dan selisihnya terhadap tingkat energi atas sebesar

$$\Delta E = g_e \mu_B B_0 \quad (2.1)$$

dimana g merupakan g -faktor dari elektron dan μ_B merupakan Bohr magneton. Persamaan ini menunjukkan bahwa perbedaan level energi proporsional terhadap kekuatan medan magnetik, seperti terlihat pada diagram dibawah.



Gambar 2. 5 Hubungan antara medan magnet dan energi

Sebuah elektron yang tidak berpasangan dapat berpindah diantara dua level energi dengan menyerap atau memancarkan radiasi elektromagnetik dengan energi sebesar $\varepsilon = h\nu$ dimana kondisi resonansi terpenuhi jika $\varepsilon = \Delta E$. dengan melakukan substitusi pada $\varepsilon = h\nu$ dan $\Delta E = g\mu_B B_0$ maka akan menghasilkan persamaan:

$$h\nu = g\mu_B B_0 \quad (2.2)$$

Secara eksperimen, persamaan ini dapat diterapkan pada kombinasi frekuensi dan nilai medan magnet yang besar, tetapi pengukuran ESR pada umumnya dilakukan dengan gelombang mikro pada daerah 9.000 - 10000 MHz.

ESR dalam skala eksperimen yang dikeluarkan oleh Leybold dapat digunakan pada jangkauan frekuensi antara 13 MHz-130 MHz dengan arus maksimum yang dapat dialirkan pada tiap kumparan yang dapat menghasilkan medan magnet adalah 2 ampere. Informasi yang akan didapatkan pada ESR adalah nilai faktor g . Faktor g sangat bergantung pada orientasi molekul dalam medan magnetik dan bergantung pada struktur elektron. Nilai g dapat diperoleh dengan menggunakan

persamaan 2.2 diatas. Nilai g di tentukan oleh frekuensi presisi dari elektron yang tak berpasangan pada suatu molekul (Macomber, 1988).

Nilai g untuk elektron bebas adalah 2.0023 dan kebanyakan radikal bebas mempunyai nilai faktor g antara 1,9 sampai 2.1 (Atkins, 1997). Nilai faktor g dari radikal bebas sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Nilai faktor g (Vlack,1960)

No	Nama Radikal	Nilai faktor-g
1.	$^1\text{O}_2$	1.501
2.	Hydroxyl	2,00047
3.	Helium	2,002
4.	Methanol	2,00205
5.	Methyl	2,00255
6.	Free Radikal	2,00232
7.	Peroxy	2,0155
8.	Alkoxy	2,00197
9.	Alkyl	2,00206
10.	DPPH	2,0036
11.	Carbondioksida	2,0007
12.	SO_3^-	2,0037
13.	SO_4^-	1,9976
14.	O_2^-	2,0356
15.	Ethyl	2,0044
16.	Carbon	2,005
17.	Hg	4,0-4,5
18.	YBaCuO 23x-7	2,24
19.	CuGeO3	2,154
20.	Cu-HA	2,289-2,296

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - April 2013 bertempat di Laboratorium Kimia Organik dan Laboratorium Fisika Lanjutan FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

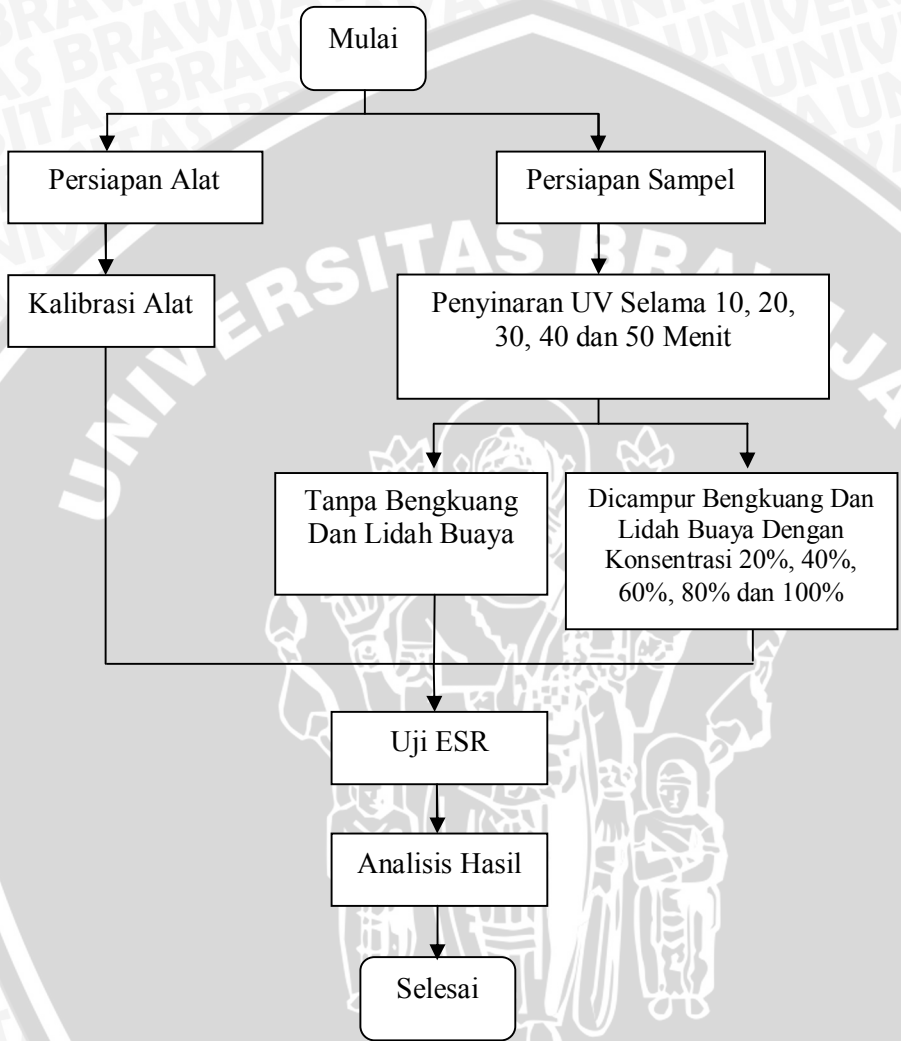
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian digunakan beberapa peralatan diantaranya satu set ESR Leybold-Heracus, lampu ultraviolet, cawan petri, pipet, gelas ukur serta tabung durham. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah daging ayam, bengkuang, lidah buaya dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

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





Gambar 3. 1 Diagram alir kerja penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa daging ayam sebagai sampel, bengkuang dan lidah buaya. Daging ayam dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran, kemudian dipotong membentuk lembaran tipis berbentuk persegi dengan panjang sisi 1cm dan ketebalan sekitar 1 mm.



Gambar 3. 2 Potongan daging ayam

Bengkuang dan lidah buaya digunakan sebagai bahan antioksidan. Lidah buaya dan bengkuang yang digunakan dalam bentuk cair. Untuk pembuatan larutan bengkuang dan lidah buaya, langkah pertama adalah bengkuang dan lidah buaya dikupas kulitnya dan dibersihkan. Setelah bengkuang dan lidah buaya dibersihkan kemudian bahan dihaluskan. Setelah halus kemudian disaring dengan kertas penyaring untuk diambil airnya. Larutan bengkuang dan lidah buaya tersebut akan campurkan pada sampel dengan variasi konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%.

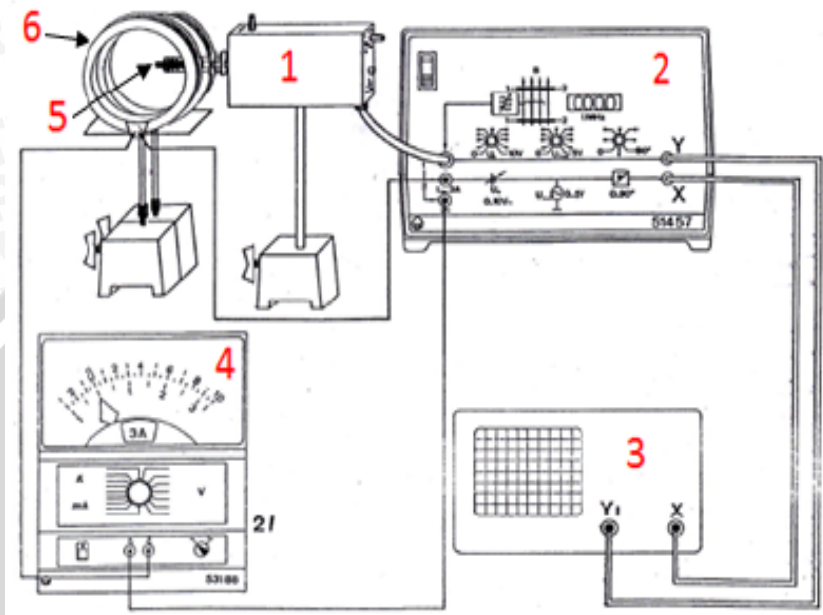
Konsentrasi larutan didefinisikan sebagai banyaknya zat terlarut dalam suatu pelarut. Konsentrasi larutan dapat dinyatakan dalam beberapa macam, misalnya persen volume, persen berat, molaritas, molalitas, normalitas, ppm dan ppb (Utiya, 2004). Pada penelitian ini konsentrasi dinyatakan dengan persen volume. Persen volume menyatakan banyaknya volume zat terlarut dalam suatu larutan dikalikan dengan 100%, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\% V/V = \frac{\text{Volume zat terlarut}}{\text{Volume larutan}} \times 100\% \quad (3.1)$$

3.3.2 Persiapan Alat

Pada penelitian digunakan ESR yang berfungsi sebagai pendeteksi radikal bebas. ESR yang digunakan adalah tipe Leybold Heracus. Frekuensi yang digunakan pada ESR ini antara 13 MHz -130 MHz dengan arus maksimal 3 A yang akan dialirkan pada setiap kumparan untuk menghasilkan medan magnet.

Alat ESR dirangkai sesuai dengan gambar 3.3. Sample dipasang pada solenoid. Solenoid ini terletak pada ESR unit. ESR unit ini dipasang ditengah, yaitu antara dua kumparan helmholtz. Sepasang kumparan Helmholtz dipasang secara paralel. Jarak diantara kumparan tersebut ± 6 cm. Kumparan Helmholtz ini kemudian dihubungkan pada masukan positif multimeter dan pada pengendali ESR. Pengendali ESR ini berfungsi untuk mengatur arus yang akan dialirkan ke kumparan Helmholtz. Alat pengendali ESR kemudian dihubungkan dengan osiloskop. Pada rangkaian ini osiloskop berfungsi sebagai penampil kurva resonansi. Osiloskop dihubungkan pada alat pengendali ESR dengan urutan *channel 1* dihubungkan dengan sumbu x dan *channel 2* dihubungkan pada sumbu y. Tampilan kurva pada osiloskop ini berupa tampilan kurva dengan pola lisajous. Setelah alat dirangkai dengan sempurna selanjutnya dilakukan pengkalibrasian alat dengan menggunakan Diphenyl Pieryl Hidrazil (DPPH).



Keterangan :

1. ESR unit
2. Pengendali ESR
3. Osiloskop
4. Multimeter
5. Solenoid Untuk Tempat Sampel
6. Kumparan Helmholtz

Gambar 3. 3 Rangkaian alat ESR Leybold-Heracus

3.3.3 Kalibrasi Alat

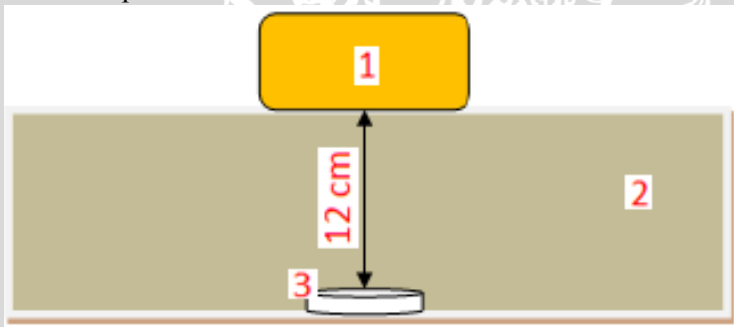
Sebelum digunakan untuk mendeteksi radikal bebas pada sampel, ESR dikalibrasi menggunakan Diphenyl Pieryl Hidrazil (DPPH). Kalibrasi dengan DPPH dilakukan dengan tujuan memberikan gambaran keakuratan pengukuran ESR Leybold Heracus. Kalibrasi dilakukan setelah alat diset dan dirangkai sesuai dengan Gambar 3.3. Kemudian

dilakukan pengaturan arus melalui pengendali ESR kemudian dilakukan pengaturan frekuensi agar diperoleh gambar resonansi yang jelas.

Kalibrasi dilakukan dengan cara memasukan DPPH pada ESR kemudian ditempatkan ditengah tengah kumparan. Pengukuran dilakukan dengan cara mengatur arus yang diikuti dengan pengaturan frekuensi hingga diperoleh kurva lisajous. Jika kurva sudah terbentuk maka akan diperoleh nilai arus dan frekuensi. Setelah itu dilakukan pencatatan nilai arus dan frekuensi tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan nilai faktor g yang hasilnya akan dibandingkan dengan faktor g dari literatur.

3.3.4 Iradiasi Sinar Ultraviolet Terhadap Daging Ayam

Daging ayam pada penelitian ini diradiasi menggunakan sinar UV. Panjang gelombang sinar UV yang digunakan adalah 366 nm. Daging ayam yang tidak dicampur maupun yang telah dicampur dengan bengkuang dan lidah buaya diradiasi sinar UV dengan variasi 10, 20, 30, 40 dan 50 menit. Pada proses radiasi dengan sinar ultraviolet, sampel diletakkan pada cawan petri. Cawan petri tersebut kemudian diletakkan di dalam sebuah kotak dan di tutup rapat. Letak cawan petri ini tepat di bawah lampu UV. Jarak dari lampu UV ke sample adalah 12 cm, seperti terlihat pada Gambar 3.4



Keterangan:

1. Lampu UV
2. Kotak
3. Cawan Petri

Gambar 3. 4 Skema tempat penyinaran sampel

Setelah proses radiasi selesai, daging ayam yang tidak mendapat perlakuan apapun dimasukkan kedalam tabung durham dan di tutup rapat, kemudian dideteksi kandungan radikal bebasnya dengan ESR. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah daging ayam yang belum diradiasi mengandung radikal bebas atau tidak. Perlakuan berikutnya adalah sampel diradiasi dengan sinar UV. Setelah selesai penyinaran dengan lampu UV sampel kemudian dideteksi kandungan radikal bebasnya dengan ESR Leybold-Heracus.

Untuk mendapatkan perbandingan yang lain, sampel yang disinari radiasi UV akan diberi bahan uji. Sampel daging dicampur larutan dari bengkuang dan lidah buaya. Selanjutnya sampel akan disinari ultraviolet selama 10, 20, 30 40, dan 50 menit. Sampel yang telah diradiasi kemudian dimasukkan kedalam tabung durham dan ditutup rapat. Setelah itu sampel dideteksi kandungan radikal bebasnya dengan ESR Leybold-Heracus.

3.4 Analisis Data

Radikal bebas yang muncul dapat diketahui dengan adanya sinyal resonansi yang ditunjukkan pada osiloskop. Pada saat terjadi resonansi ini diperoleh data berupa frekuensi dan arus yang selanjutnya dilakukan perhitungan sehingga didapatkan nilai medan magnet dan nilai faktor g. Medan magnet dapat diketahui menggunakan hukum Biot-Savart pada persamaan berikut:

$$B = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{n}{r} \cdot I \quad (3.2)$$

dimana,

n= jumlah lilitan pada koil, pada penelitian ini adalah 320 lilitan

r = besarnya jari-jari pada koil, pada penelitian ini adalah 6,8 cm

I = arus yang melewati koil

Nilai konstanta medan magnet diketahui

$$\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am} \quad (3.3)$$

maka akan didapat nilai B dengan memasukkan nilai I yang diperoleh dari penelitian:

$$\frac{B}{mT} = 4,32 \frac{I}{A} \quad (3.4)$$

Besarnya nilai frekuensi resonansi adalah sebanding dengan nilai rapat flux gaya resonansi magnetik B. Kemudian sesuai dengan keadaan resonansi seperti persamaan berikut,

$$h \cdot f = g_s \cdot \mu_B \cdot B \quad (3.5)$$

maka didapatkan

$$\frac{f}{B} = \frac{g_s \cdot \mu_B}{h} \quad (3.6)$$

dimana,

$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, konstanta Plank

$\mu_0 = 9,273 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$, Bohr Magneton

Akhirnya, faktor-g dapat ditentukan melalui persamaan

$$g_s = \frac{h \cdot f}{\mu_B \cdot B} \quad (3.7)$$

Setelah nilai faktor-g diketahui berdasarkan perhitungan (persamaan 3.7), selanjutnya dapat diketahui jenis radikal bebas yang dihasilkan sampel tersebut dengan merujuk pada referensi faktor-g. Setiap jenis radikal bebas memiliki nilai faktor-g tertentu. Dari hasil tersebut akan digolongkan jenis kandungan radikal bebas yang terdapat pada sampel dan variasi penyinaran dengan banyaknya konsentrasi antioksidan.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Kalibrasi Alat

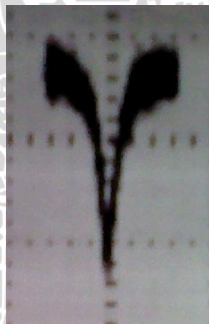
ESR tipe Leybold Heracus digunakan sebagai alat utama untuk penelitian digunakan sebagai pendeteksi radikal bebas. Sebelum ESR digunakan untuk mendeteksi radikal bebas, diperlukan kalibrasi alat dengan menggunakan kalibrator DPPH. DPPH merupakan radikal bebas stabil dari senyawa kimia organik. Nilai faktor g DPPH pada literatur yaitu sebesar 2,0036 (Vlack, 1960). Tujuan kalibrasi alat dengan DPPH yaitu untuk menentukan keakuratan alat dalam penentuan radikal bebas dari suatu bahan.

Dalam penelitian ini didapat nilai faktor- g DPPH sebesar 2.00389 seperti yang terlihat pada table 4.1

Tabel 4. 1 Data pengamatan untuk DPPH

Frekuensi (MHz)	Arus(A)	B(T)	Faktor-g
32.4	0.273	0.00116	2.00389

Dibandingkan dengan faktor- g DPPH referensi terhadap faktor- g penelitain, diketahui ada penyimpangan sebesar 0.01%. Gambar kurva resonansi yang tampil pada oscilloscope untuk DPPH seperti terlihat pada Gambar 4.1.

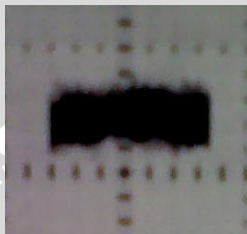


Gambar 4. 1 Kurva resonansi DPPH

4.2 Radikal Bebas Pada Daging Ayam

Daging ayam digunakan sebagai sampel sebelum diberikan perlakuan di uji dengan ESR terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari daging ayam yang digunakan sudah terkontaminasi atau belum.

Data hasil pengukuran daging mentah yang telah diukur dengan ESR menunjukkan tidak ada kandungan radikal bebas. Hal tersebut ditunjukkan pada osiloskop dengan gambar yang berbentuk garis linier, seperti Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Resonansi pada daging mentah

4.3 Analisis Radikal Bebas Pada Daging Yang Diradiasi Ultraviolet Tanpa Antioksidan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data mengenai pengaruh lamanya radiasi sinar ultraviolet terhadap kandungan radikal bebas pada daging ayam. Data tersebut dapat dilihat pada table 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Radikal bebas pada sampel yang diradiasi sinar UV tanpa antioksidan

Waktu (Menit)	Sampel	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10	1	2.00389	SO_3^-
		1.50292	$^1\text{O}_2$
	2	1.98534	SO_4^-
		1.50911	$^1\text{O}_2$
	3	2.00505	Carbon
		1.51465	$^1\text{O}_2$
	4	2.01747	Peroxy
		1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	2.03482	O_2^-

		1.50292	$^1\text{O}_2$
20	1	2.01747	Peroxy
		1.49603	$^1\text{O}_2$
	2	1.99771	SO_4^-
		1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	2.03482	O_2^-
		1.49674	$^1\text{O}_2$
	4	2.00505	Carbon
		1.51465	$^1\text{O}_2$
	5	2.00389	SO_3^-
		1.49674	$^1\text{O}_2$
30	1	2.01747	Peroxy
		1.50224	$^1\text{O}_2$
	2	2.03482	O_2^-
		1.50911	$^1\text{O}_2$
	3	2.00389	SO_3^-
		1.49674	$^1\text{O}_2$
	4	2.00505	Carbon
		1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	1.99885	SO_4^-
		1.50224	$^1\text{O}_2$
40	1	2.01747	Peroxy
		1.50224	$^1\text{O}_2$
	2	2.00389	SO_3^-
		1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	2.03609	O_2^-

	4	1.50845	$^1\text{O}_2$
		1.99771	SO_4^-
	5	1.50292	$^1\text{O}_2$
		2.00505	Carbon
50	1	1.49603	$^1\text{O}_2$
		1.99264	SO_4^-
	2	2.01008	Peroxy
		1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	2.00505	Carbon
		1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	2.00389	SO_3^-
		1.50911	$^1\text{O}_2$
	5	2.03609	O_2^-
		1.49603	$^1\text{O}_2$

Hasil penelitian berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa dari sampel daging ayam yang disinari UV tanpa antioksidan bengkuang dan lidah buaya mengandung lebih dari satu jenis radikal bebas pada tiap sampel. Radikal bebas yang muncul antara lain radikal anion sulfat (SO_4^-), (SO_3^-), karbon, peroksida, oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) dan anion superoksida (O_2^-). Jenis radikal bebas tersebut dapat diketahui berdasarkan nilai faktor-g. Nilai faktor g yang diperoleh dari hasil perhitungan disesuaikan dengan nilai faktor g pada literatur untuk diketahui jenis radikal bebasnya.

4.4 Analisis Radikal Bebas Pada Daging Yang Diradiasi Ultraviolet Dan Dicampur Dengan Antioksidan

Bahan antioksidan yang digunakan pada penelitian ini adalah bengkuang dan lidah buaya. Bahan tersebut diambil dalam bentuk cair dengan cara bahan tersebut dihaluskan kemudian diambil airnya. Pada

daging yang diradiasi tersebut diberi larutan dari bahan antioksidan tersebut dengan variasi konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Hal ini untuk mengetahui pengaruh banyaknya bengkuang dan lidah buaya dalam menghambat atau mengurangi kandungan radikal bebas daging ayam yang diradiasi sinar ultraviolet.

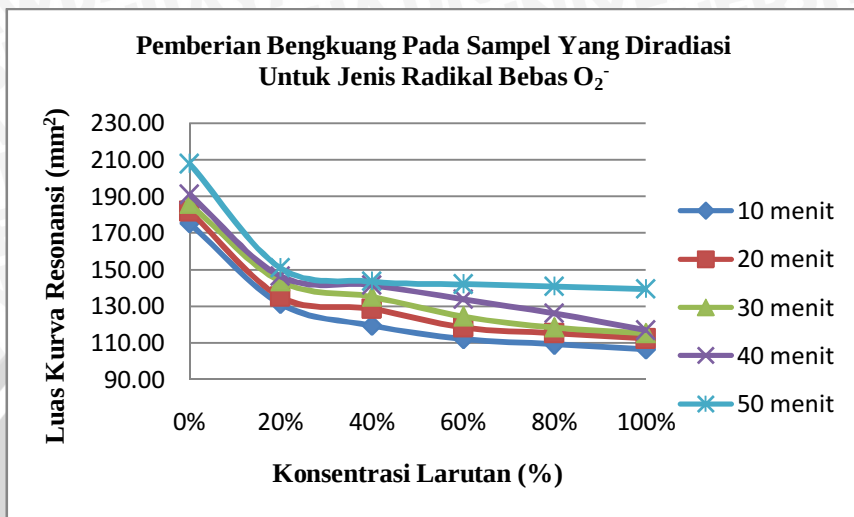
Dari keseluruhan hasil penelitian dimana dilakukan lima kali perulangan pengambilan data, dapat diketahui bahwa pemberian antioksidan bengkuang dan lidah buaya masih terdapat radikal bebas pada daging ayam yang diradiasi sinar ultraviolet yaitu (SO_3^-), karbon, peroksida, oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) dan anion superoksida (O_2^-), seperti yang terlihat pada Lampiran 3.

Dari data untuk sample yang diberi antioksidan bengkuang (Lampiran 3.1) diperoleh jenis radikal karbon, peroksida, oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) dan anion superoksida (O_2^-). Pada sample yang diberi antioksidan lidah buaya (Lampiran 3.2) jenis radikal bebas yang muncul adalah (SO_3^-), karbon, peroksida, oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) dan anion superoksida (O_2^-).

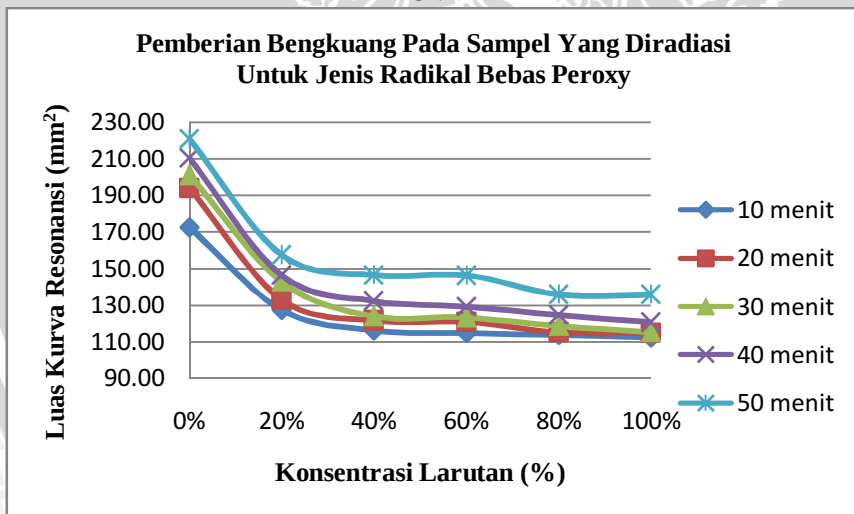
Jika dibandingkan dengan radikal bebas yang dihasilkan sampel yang diradiasi sinar UV tanpa antioksidan dapat diketahui bahwa bengkuang bisa menangkal radikal bebas (SO_3^-) dan (SO_4^-), sedangkan lidah buaya hanya menangkal jenis radikal (SO_4^-). Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bengkuang lebih efektif dalam menangkal radikal bebas dibandingkan dengan lidah buaya.

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bengkuang dan lidah buaya terhadap kandungan masing-masing jenis radikal bebas pada sampel dapat ditunjukkan pada gambar grafik sebagai berikut:

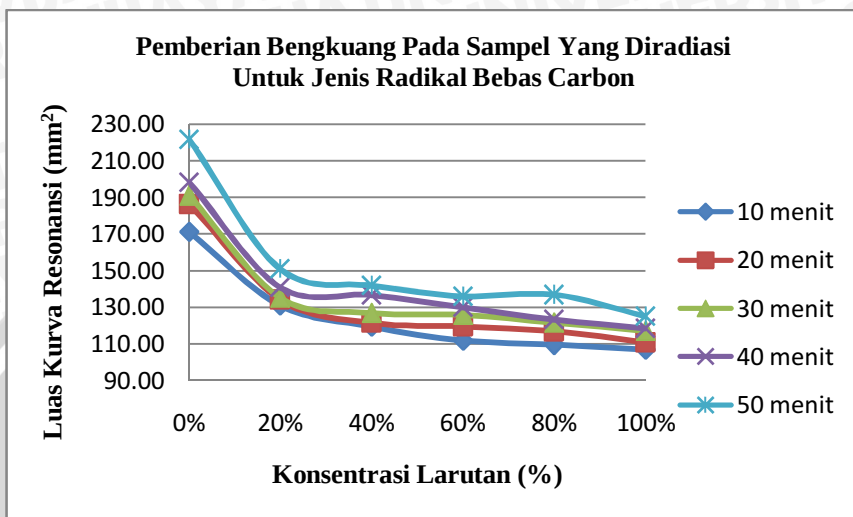




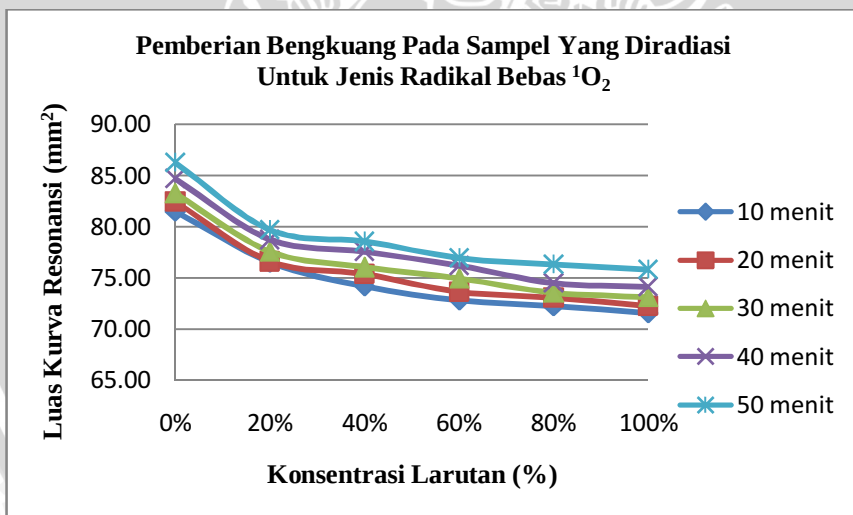
Gambar 4. 3 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas O_2^- daging ayam akibat radiasi UV



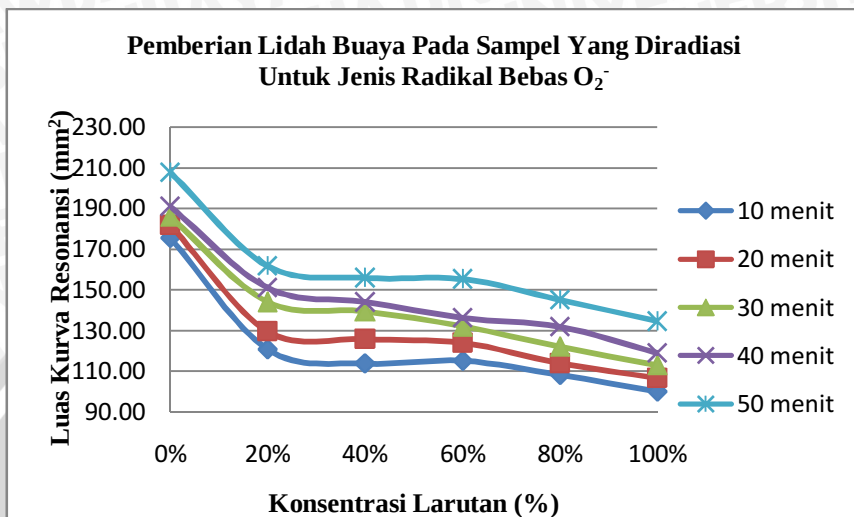
Gambar 4. 4 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas Peroxy daging ayam akibat radiasi UV



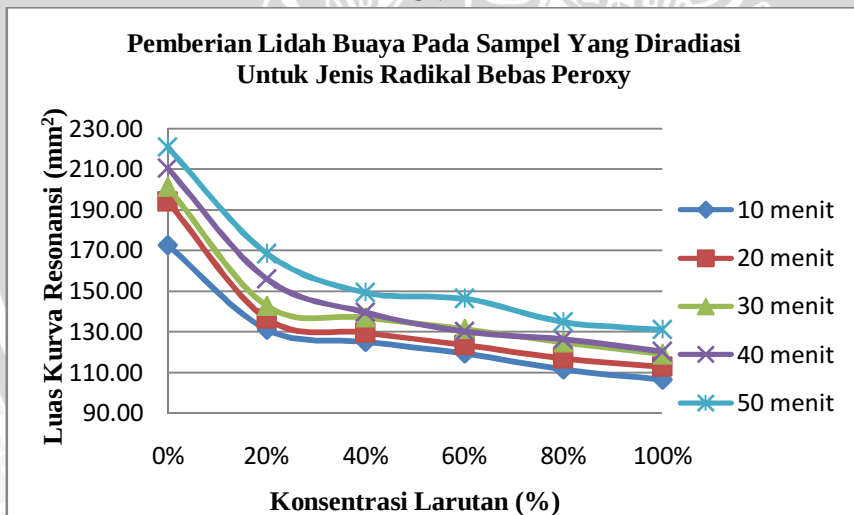
Gambar 4. 5 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging ayam akibat radiasi UV



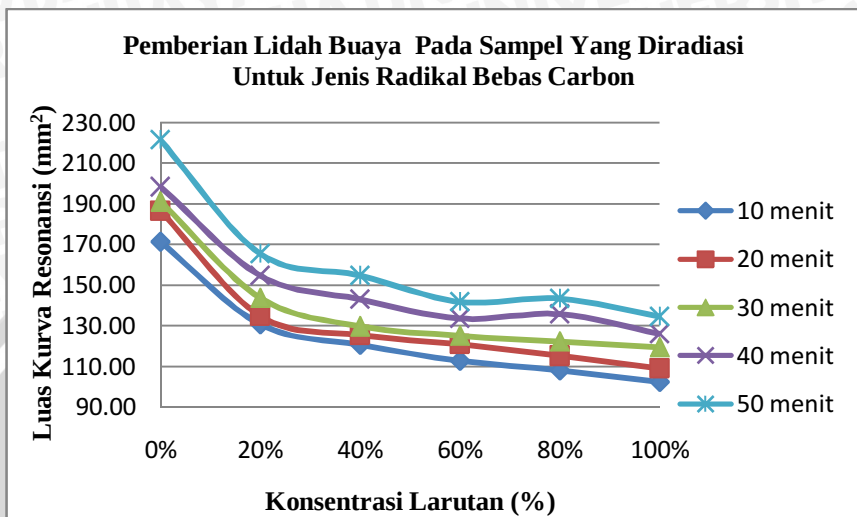
Gambar 4. 6 Grafik hubungan pemberian bengkuang dalam menurunkan kandungan radikal bebas oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) daging ayam akibat radiasi UV



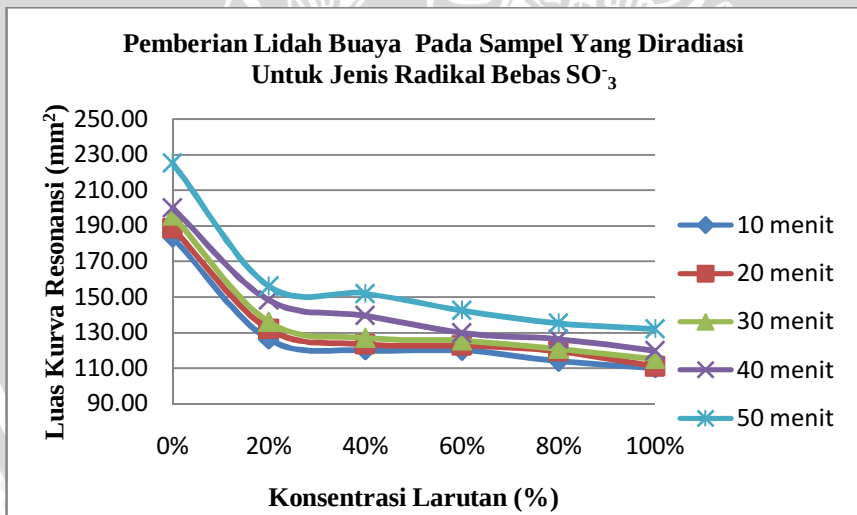
Gambar 4. 7 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas O_2^- daging ayam akibat radiasi UV



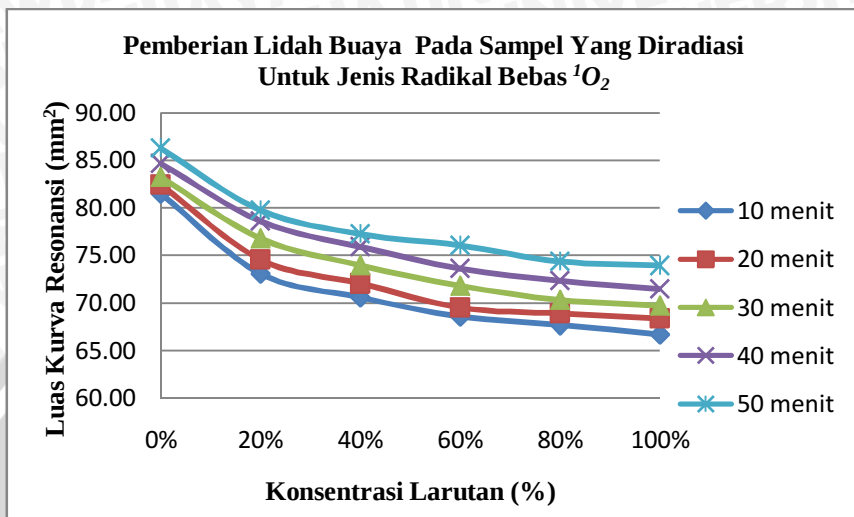
Gambar 4. 8 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas peroxy daging ayam akibat radiasi UV



Gambar 4. 9 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas karbon daging ayam akibat radiasi UV



Gambar 4. 10 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas SO_3^- daging ayam akibat radiasi UV

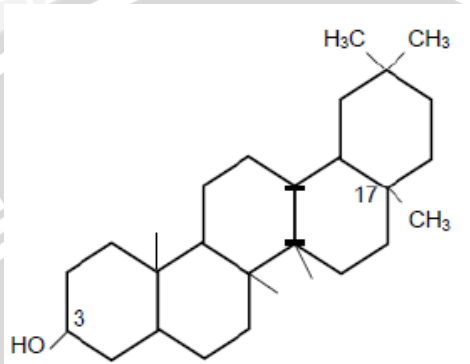


Gambar 4. 11 Grafik hubungan pemberian lidah buaya dalam menurunkan kandungan radikal bebas oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) daging ayam akibat radiasi UV

Dari gambar diatas (Gambar 4.3 - Gambar 4.11) dapat diketahui bahwa semakin lama waktu radiasi yang dilakukan maka kandungan radikal bebasnya semakin bertambah. Kandungan radikal bebas mengalami penurunan ketika diberikan antioksidan. Penurunan kandungan radikal bebas terjadi seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan yang diberikan. Hal tersebut terjadi karena sampel memiliki sebaran konsentrasi kandungan radikal bebas yang berbeda-beda pada setiap radiasi. Luas kurva resonansi menunjukkan banyaknya konsentrasi kandungan radikal bebas pada sampel yang telah diradiasi.

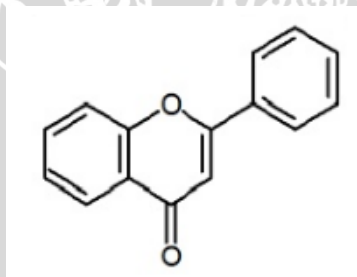
Penurunan kandungan radikal bebas dilakukan oleh suatu senyawa yang disebut antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa penting dalam menjaga kesehatan tubuh karena berfungsi sebagai penangkal radikal bebas dalam tubuh karena mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi. Antioksidan dibagi menjadi antioksidan alami dan antioksidan buatan. Pada penelitian ini antioksidan yang digunakan adalah antioksidan alami yaitu bengkuang dan lidah buaya. Bengkuang memiliki kandungan antioksidan diantaranya vitamin C, E, saponin, flavonoid dan isoflavon yang dapat mencegah radikal bebas.

Saponin merupakan senyawa dalam bentuk glikosida yang tersebar luas pada tumbuhan. Saponin adalah segolongan senyawa glikosida yang mempunyai struktur steroid dan mempunyai sifat-sifat khas dapat membentuk larutan koloidal dalam air dan membui bila dikocok.



Gambar 4. 12 Struktur kimia saponin

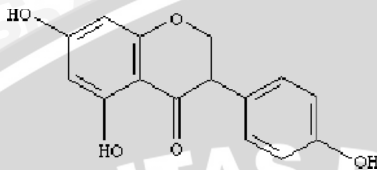
Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol terbesar yang ditemukan di alam yang potensial sebagai antioksidan dan memiliki bioaktivitas sebagai obat. Manfaat lain dari flavonoid antara lain melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, anti-inflamasi dan sebagai antibiotik.



Gambar 4. 13 Struktur kimia flavonoid

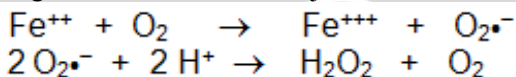
Buah bengkuang mengandung senyawa flavonoid yaitu komponen fenolik yang bertindak sebagai penampung yang baik terhadap radikal hidroksil dan superoksida, dengan melindungi lipid membran terhadap reaksi oksidasi yang merusak. Flavonoid berperan sebagai antioksidan alami karena dapat menangkap radikal bebas dengan membebaskan atom hidrogen dari gugus hidroksilnya.

Pada bengkuang juga mengandung senyawa bioaktif yang bertindak sebagai antioksidan yaitu isoflavon. Isoflavon merupakan sumber antioksidan estrogen alami.



Gambar 4. 14 Struktur kimia isoflavon

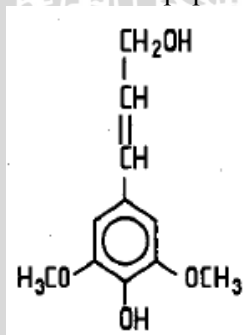
Dalam aktivitasnya sebagai antioksidan, isoflavon berperan dalam penangkap radikal bebas superoksida ($O_2^{\bullet-}$) dengan memberikan atom hidrogennya yang kemudian diubah menjadi molekul H_2O_2



Gambar 4. 15 Reaksi pada radikal superoksida

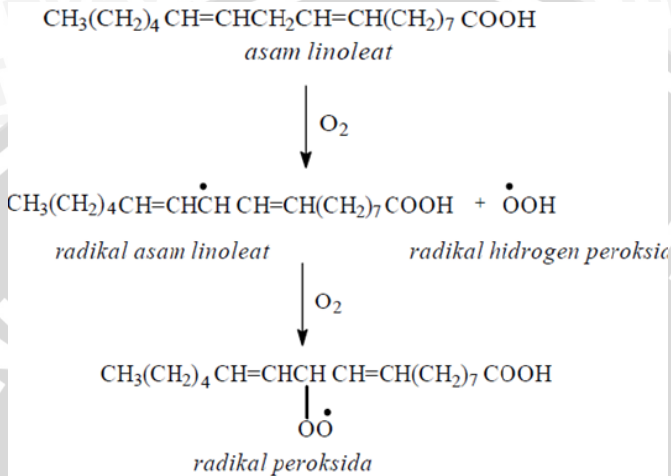
Isoflavon pada bengkuang juga berperan untuk mencegah penyakit jantung koroner, penyakit kardiovaskular, kerusakan oksidatif DNA serta mencegah teroksidasinya kolesterol jahat (LDL) dan meningkatkan kadar kolesterol baik (HDL) dalam darah yang berguna bagi kesehatan pembuluh darah dan jantung serta dapat meningkatkan kekebalan tubuh.

Pada daun lidah buaya terdapat lendir yang mengandung zat lignin yang mampu menembus dan meresap ke dalam kulit. Lignin yang terdapat di dalam daun lidah buaya yang berguna untuk menjaga kelembapan kulit. Lignin dapat menghambat terbentuknya produk-produk karsinogen serta menstimulasi apoptosis sel.



Gambar 4. 16 Unit monomer lignin

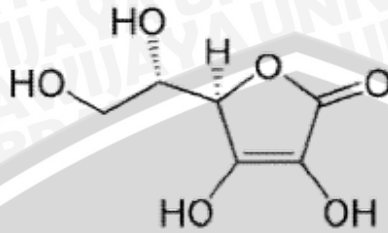
Lignin juga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan sehingga mampu menghambat reaksi oksidasi asam linoleat yang dapat menghasilkan radikal peroksida



Gambar 4. 17 Reaksi pada asam linoleat

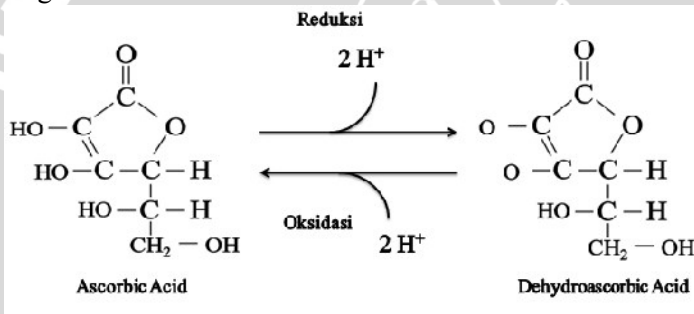
Pada Gambar 4.16 dapat diketahui atom hidrogen lepas dari atom karbon yang bersebelahan dengan ikatan rangkap dua dapat terjadi karena panas atau cahaya. Pada proses ini lignin berperan sebagai pendonor hidrogen untuk mencegah proses munculnya radikal bebas peroksida.

Vitamin C (asam askorbat) adalah salah satu jenis vitamin yang larut dalam air dan memiliki peranan penting dalam menangkal berbagai penyakit. Vitamin C merupakan suatu turunan heksosa diklasifikasikan sebagai karbohidrat yang erat berkaitan dengan monosakarida. Fungsi dasar vitamin C adalah meningkatkan daya tahan tubuh terhadap serangan penyakit dan sebagai antioksidan yang menetralkan racun dan radikal bebas di dalam darah maupun cairan sel tubuh. Vitamin C merupakan antioksidan yang kuat untuk mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh molekul radikal bebas seperti superoksida, peroksida, radikal hidroksil dan oksigen tunggal. Vitamin C juga dapat mengurangi radikal bebas akibat sengatan matahari karena paparan UVB yang berlebihan bila diterapkan ke kulit, karena vitamin C mudah teroksidasi oleh panas, cahaya, dan logam.



Gambar 4. 18 Struktur kimia vitamin C

Vitamin C merupakan pendonor elektron dan agen pereduksi. Vitamin ini juga dikenal dengan nama kimia dari bentuk utamanya yaitu asam askorbat. Dalam menangkal radikal bebas, vitamin C mencegah senyawa-senyawa lain agar tidak teroksidasi. Walaupun demikian, vitamin C sendiri akan teroksidasi dalam proses antioksidan tersebut yang menghasilkan asam dehidroaskorbat.



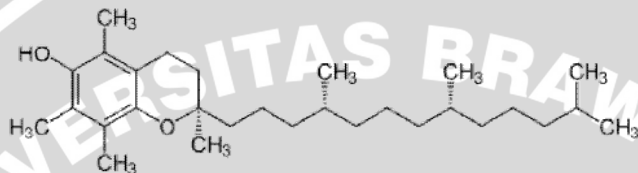
Gambar 4. 19 Reaksi reduksi dan oksidasi asam askorbat

Pada proses tersebut (Gambar 4.13), setelah terbentuk radikal, asam dehidroaskorbat dapat tereduksi kembali menjadi asam askorbat dengan bantuan enzim 4-hidroksifenilpiruvat dioksigenase, sehingga dapat bekerja kembali sebagai antioksidan.

Vitamin C juga dapat menjadi antioksidan untuk lipid, protein, dan DNA. Pada lipid, misalnya Low-Density Lipoprotein (LDL), akan beraksi dengan oksigen sehingga menjadi lipid peroksida. Reaksi berikutnya akan menghasilkan lipid hidroperoksida, yang akan menghasilkan proses radikal bebas. Asam askorbat akan bereaksi dengan oksigen sehingga tidak terjadi interaksi antara lipid dan oksigen, dan akan mencegah terjadinya pembentukan lipid hidroperoksida.

Vitamin E ini merupakan salah satu vitamin yang larut dalam lemak dan memiliki fungsi yang sangat baik untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas serta mencegah berbagai macam penyakit,

memperlambat penuaan dini karena proses oksidasi. Vitamin E dapat berperan sebagai antioksidan karena mudah teroksidasi, sehingga bisa melindungi senyawa lain dari oksidasi. Sebagai antioksidan alami vitamin E berperan membantu melindungi struktur sel yang penting terutama membran sel dari kerusakan akibat adanya radikal bebas. Vitamin E memiliki kemampuan untuk menangkap dan mengikat radikal bebas di dalam membran sel.



Gambar 4. 20 Struktur kimia vitamin E

Vitamin E (tokoferol) diketahui sebagai antioksidan yang mampu mempertahankan integritas membran. Senyawa tersebut dapat bekerja sebagai penangkap radikal bebas peroksi lipid dan oksigen tunggal. Dalam melaksanakan fungsinya sebagai antioksidan dalam tubuh, vitamin E berfungsi sebagai donor ion hidrogen yang mampu mengubah radikal bebas menjadi kurang reaktif, sehingga tidak mampu merusak asam lemak,



Adanya hidrogen yang disumbangkan, vitamin tersebut menjadi suatu radikal yang tidak reaktif. Radikal vitamin E ($\text{Toc}\bullet$) akan dinetralkan oleh vitamin C (Asc-H) yang akan menghasilkan radikal vitamin C ($\text{Asc}\bullet$),



Radikal vitamin C kemudian dihilangkan melalui reaksi dismutasi yang menghasilkan vitamin C dan dihidro-asam ascorbat (DHAA) :



Vitamin E tahan terhadap suhu tinggi serta asam, tetapi karena bersifat antioksidan, vitamin E mudah teroksidasi terutama bila ada lemak yang tengik, timah, garam besi, serta mudah rusak oleh sinar ultraviolet. Peran vitamin E adalah sebagai antioksidan selain sebagai donor ion hidrogen, juga berperan dengan menerima oksigen, sehingga vitamin E dapat membantu mencegah oksidasi. Dalam jaringan, vitamin E menekan terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh, sehingga membantu mempertahankan fungsi membran sel.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui radikal bebas yang muncul pada daging ayam akibat radiasi sinar UV antara lain anion sulfat (SO_4^-), (SO_3^-), karbon, peroksida, oksigen tunggal ($^1\text{O}_2$) dan anion superoksida (O_2^-). Pada penelitian ini juga dapat diketahui bahwa bengkuang dan lidah buaya dapat mencegah munculnya radikal bebas. Pada daging yang diberikan antioksidan bengkuang ternyata lebih baik mencegah radikal bebas dibandingkan yang diberi lidah buaya. Bengkuang dapat mencegah radikal bebas (SO_4^-), (SO_3^-), sedangkan lidah buaya dapat mencegah radikal (SO_4^-).

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, saran yang dapat diberikan adalah dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang radikal bebas oksigen tunggal, karena pada setiap sampel selalu muncul radikal bebas oksigen tunggal. Pada penelitian ini antioksidan yang digunakan dalam bentuk cair, sehingga diharapkan ada penelitian lebih lanjut penggunaan antioksidan bengkuang dan lidah buaya dalam bentuk ekstrak atau dalam bentuk lain.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Akram, M., & Rubock, P. (2005). *Working Safely with Ultraviolet Radiation. Environmental Health & Safety*, 1.
- anonymous. *New physic leaflet for colleges and universities vol 1*.
- Cahyonugroho, O. H. *Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet Dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.Coli*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 2, 19.
- Cairns, D. (2003). *Essentials Of Pharmaceutical Chemistry*. England: Pharmaceutical Press.
- Ebadi, N. (2002). *Pharmacodynamic Basic of Herbal Medicine*. London: CRC Press.
- Fauziah, F. F. (2013). *Pengaruh Buah Manggis Buah Sirsak Dan Kunyit Terhadap Kandungan Radikal Bebas Pada Daging Sapi Yang Diradiasi Dengan Sinar Gamma*. (Sarjana), Brawijaya, Malang.
- Fumawanthi, I. (2004). *Khasiat Dan Manfaat Lidah Buaya Si Tanaman Ajaib*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Hernani, M. R. (2005). *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Jatnika, A., & Saptoningsih. (2009). *Meraup Laba dari Lidah Buaya*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Lamid, A. (1995). *Vitamin E Sebagai Antioksidan*.
- Lucas, R., McMichael, T., Smith, W., & Armstrong, B. (2006). *Solar Ultraviolet Radiation. Environmental Burden of Disease*, 4.
- Lukitaningsih, E. (2009). *The Exploration of Whitening And Sun Screening Compounds in Bengkoang Roots (Pachyrhizus Erosus)*.
- Ohno, K. (2004). *Kimia Kuantum*. Tokyo.
- Panjaitan, T. D., Prasetyo, B., & Limantara, L. *Peranan Karotenoid Alami Dalam Menangkal Radikal Bebas Di Dalam Tubuh*.
- Purbaya, R. J. (2003). *Mengenai dan Memanfaatkan Khasiat Aloe Vera(LidahBuaya)*. Bandung: Pionir Jaya.
- Ridho, I. (2012). *Pengaruh Kecepatan Hisap Rokok Terhadap Emisi Radikal Bebas*. (Sarjana), Brawijaya, Malang.

- Sorensen, M. (1996). *Yam Bean Pachyrhizus DC. Promoting the Conservation and Use of Under Utilised and Neglected Crops*. Rome: IPGRI.
- Steenis, V. (2006). *Flora Pegunungan Jawa*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Vlack, L. (1960). *Elements of Materials Science*. USA: Addison Wesley.
- Youngson, R. (2005). *Antioksidan : manfaat Vitamin C & E bagi Kesehatan*. (S. Purwoko, Trans.). Jakarta: Arcan.
- Zahar, G. (2012). *Merkuri Kian Mengancam Kehidupan Di Bumi*.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil penelitian frekuensi dan arus pada daging ayam tanpa antioksidan

Waktu (Menit)	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO ₃ ⁻
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	¹ O ₂
	2	32.1	0.273	0.001155	1.98534	SO ₄ ⁻
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	¹ O ₂
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.4	0.272	0.001151	1.51465	¹ O ₂
	4	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	¹ O ₂
	5	32.9	0.273	0.001155	2.03482	O ₂ ⁻
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	¹ O ₂
20	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	¹ O ₂
	2	32.3	0.273	0.001155	1.99771	SO ₄ ⁻
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	¹ O ₂
	3	32.9	0.273	0.001155	2.03482	O ₂ ⁻
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	¹ O ₂
	4	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.4	0.272	0.001151	1.51465	¹ O ₂
	5	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO ₃ ⁻
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	¹ O ₂
30	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	¹ O ₂
	2	32.9	0.273	0.001155	2.03482	O ₂ ⁻
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	¹ O ₂
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO ₃ ⁻
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	¹ O ₂
	4	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	¹ O ₂

40	5	32.2	0.272	0.001151	1.99885	SO_4^-
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	4	32.3	0.273	0.001155	1.99771	SO_4^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	5	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
50	1	32.1	0.272	0.001151	1.99264	SO_4^-
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.273	0.001155	2.01008	Peroxy
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	$^1\text{O}_2$
	5	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$

Lampiran 2 Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari radiasi sinar ultraviolet tanpa antioksidan.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 (menit)	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	2	32.1	0.273	0.001155	1.98534	SO_4^-
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.4	0.272	0.001151	1.51465	$^1\text{O}_2$
	4	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	32.9	0.273	0.001155	2.03482	O_2^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
20 (menit)	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.273	0.001155	1.99771	SO_4^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	32.9	0.273	0.001155	2.03482	O_2^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$
	4	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.4	0.272	0.001151	1.51465	$^1\text{O}_2$
	5	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$
30	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy

(menit)	2	24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
		32.9	0.273	0.001155	2.03482	O_2^-
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$
	4	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	32.2	0.272	0.001151	1.99885	SO_4^-
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
40 (menit)	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	4	32.3	0.273	0.001155	1.99771	SO_4^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	5	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
50 (menit)	1	32.1	0.272	0.001151	1.99264	SO_4^-
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.273	0.001155	2.01008	Peroxy
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$

4	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
	24.4	0.273	0.001155	1.50911	$^1\text{O}_2$
5	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
	24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 3 Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi antioksidan.
Lampiran 3. 1 Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi benguang.

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi benguang dengan konsentrasi 20%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 menit	1	32.8	0.272	0.00115	2.0361	O ₂ ⁻
		32.5	0.272	0.00115	2.0175	¹ O ₂
	2	32.4	0.271	0.00115	2.0187	Peroxy
		32.2	0.271	0.00115	2.0062	¹ O ₂
	3	32.2	0.271	0.00115	2.0062	Peroxy
		24.3	0.272	0.00115	1.5084	¹ O ₂
	4	24.2	0.272	0.00115	1.5022	Carbon
		24.1	0.271	0.00115	1.5016	¹ O ₂
	5	24.2	0.271	0.00115	1.5078	Carbon
		24	0.271	0.00115	1.4953	¹ O ₂
20 menit	1	32.8	0.272	0.00115	2.0361	O ₂ ⁻
		32.5	0.272	0.00115	2.0175	¹ O ₂
	2	32.2	0.271	0.00115	2.0062	Peroxy
		32.2	0.271	0.00115	2.0062	¹ O ₂
	3	32.4	0.271	0.00115	2.0187	Carbon
		24.2	0.272	0.00115	1.5022	¹ O ₂
	4	24.3	0.272	0.00115	1.5084	Carbon
		24.1	0.271	0.00115	1.5016	¹ O ₂
	5	24.1	0.271	0.00115	1.5016	Peroxy

		24.2	0.271	0.00115	1.5078	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.3	0.272	0.00115	2.0051	Carbon
		32.8	0.272	0.00115	2.0361	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.00115	2.0175	O_2^-
		32.3	0.272	0.00115	2.0051	$^1\text{O}_2$
	3	32.7	0.271	0.00115	2.0374	Peroxy
		24.3	0.272	0.00115	1.5084	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.00115	1.4960	Carbon
		24.2	0.272	0.00115	1.5022	$^1\text{O}_2$
	5	24.3	0.272	0.00115	1.5084	O_2^-
		24	0.271	0.00115	1.4953	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.3	0.272	0.00115	2.0051	Carbon
		32.5	0.272	0.00115	2.0175	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.00115	2.0062	Peroxy
		32.7	0.271	0.00115	2.0374	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.00115	2.0361	Carbon
		24.3	0.272	0.00115	1.5084	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.00115	1.5022	O_2^-
		24.1	0.271	0.00115	1.5016	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.00115	1.5016	O_2^-
		24.2	0.272	0.00115	1.5022	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.8	0.272	0.00115	2.0361	O_2^-
		32.5	0.272	0.00115	2.0175	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.271	0.00115	2.0187	Peroxy
		32.1	0.271	0.00115	2.0000	$^1\text{O}_2$
	3	32.1	0.27	0.00114	2.0074	Peroxy

		24	0.272	0.00115	1.4898	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.00115	1.5022	O_2^-
		24.2	0.271	0.00115	1.5078	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.00115	1.5016	Carbon
		24	0.27	0.00114	1.5009	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi bengkuang dengan konsentrasi 40%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 Menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Peroxy
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	$^1\text{O}_2$
	3	32.1	0.27	0.001142	2.00740	Peroxy
		24.4	0.272	0.001151	1.51465	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	O_2^-
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	Carbon
		24	0.27	0.001142	1.50086	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.7	0.271	0.001147	2.03738	O_2^-
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.001147	2.00622	Carbon
		32.7	0.271	0.001147	2.03738	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Carbon
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.271	0.001147	1.50778	O_2^-
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$

	5	24.2	0.271	0.001147	1.50778	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.8	0.272	0.001151	2.03609	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Peroxy
		24	0.271	0.001147	1.49532	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.8	0.272	0.001151	2.03609	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Peroxy
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.3	0.272	0.001151	1.50845	O_2^-
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Peroxy
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	O_2^-

		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Peroxy
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Carbon
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi bengkuang dengan konsentrasi 60%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 Menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.0175	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.0051	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.0175	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.0051	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.001151	2.0361	Peroxy
		24.3	0.272	0.001151	1.5084	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.5022	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.5084	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.272	0.001151	1.5022	O_2^-
		24.1	0.272	0.001151	1.4960	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.3	0.272	0.001151	2.0051	Carbon
		32.8	0.272	0.001151	2.0361	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.0175	O_2^-
		32.8	0.272	0.001151	2.0361	$^1\text{O}_2$
	3	32.5	0.272	0.001151	2.0175	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.5022	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.5084	O_2^-
		24.2	0.272	0.001151	1.5022	$^1\text{O}_2$

	5	24.1	0.272	0.001151	1.4960	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.5022	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.7	0.271	0.001147	2.0374	O_2^-
		32.2	0.271	0.001147	2.0062	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.001147	2.0062	Carbon
		32.7	0.271	0.001147	2.0374	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.0187	Carbon
		24	0.271	0.001147	1.4953	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.271	0.001147	1.5016	O_2^-
		24	0.271	0.001147	1.4953	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.271	0.001147	1.5078	Peroxy
		24.1	0.271	0.001147	1.5016	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.4	0.271	0.001147	2.0187	Peroxy
		32.4	0.271	0.001147	2.0187	$^1\text{O}_2$
	2	32.7	0.271	0.001147	2.0374	Peroxy
		32.7	0.271	0.001147	2.0374	$^1\text{O}_2$
	3	32.2	0.271	0.001147	2.0062	O_2^-
		24.1	0.271	0.001147	1.5016	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.271	0.001147	1.5078	O_2^-
		24.1	0.271	0.001147	1.5016	$^1\text{O}_2$
	5	24	0.271	0.001147	1.4953	Carbon
		24.2	0.271	0.001147	1.5078	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.4	0.271	0.001147	2.0187	Peroxy
		32.7	0.271	0.001147	2.0374	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.001147	2.0062	O_2^-
		32.4	0.271	0.001147	2.0187	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.0051	Carbon

		24.1	0.271	0.001147	1.5016	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.271	0.001147	1.5078	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.5078	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.5016	Carbon
		24	0.272	0.001151	1.4898	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi bengkuang dengan konsentrasi 80%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 Menit	1	32.7	0.271	0.001147	2.03738	O_2^-
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.001147	2.00622	Carbon
		32.7	0.271	0.001147	2.03738	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Carbon
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.271	0.001147	1.50155	O_2^-
		24	0.271	0.001147	1.49532	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	Peroxy
		23.9	0.271	0.001147	1.48909	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.7	0.271	0.001147	2.03738	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	O_2^-
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Carbon
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$

	5	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.001147	2.00622	Peroxy
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Carbon
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
	5	24	0.271	0.001147	1.49532	Peroxy
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Peroxy
		32.8	0.272	0.001151	2.03609	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Peroxy
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$

	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	O_2^-
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi bengkuang dengan konsentrasi 100%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 Menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	$^1\text{O}_2$
	2	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	O_2^-
		24.4	0.272	0.001151	1.51465	$^1\text{O}_2$
	4	24	0.271	0.001147	1.49532	Carbon
		24.3	0.271	0.001147	1.51401	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.4	0.271	0.001147	2.01868	Peroxy
		32.8	0.272	0.001151	2.03609	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$

		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.7	0.271	0.001147	2.03738	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	O_2^-
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Peroxy
		24	0.271	0.001147	1.49532	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Carbon
		32.7	0.271	0.001147	2.03738	$^1\text{O}_2$
	3	32.2	0.271	0.001147	2.00622	O_2^-
		22.9	0.272	0.001151	1.42154	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	O_2^-
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.271	0.001147	1.50778	Carbon
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	O_2^-
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Carbon

		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	5	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$

Lampiran 3. 2 Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi lidah buaya.

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi lidah buaya dengan konsentrasi 20%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B(T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 menit	1	32.6	0.273	0.001155	2.01626	Peroxy
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Peroxy
		32.6	0.271	0.001147	2.03114	$^1\text{O}_2$
	3	32.2	0.271	0.001147	2.00622	SO_3^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	O_2^-
		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	Carbon
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.6	0.271	0.001147	2.03114	Peroxy
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	O_2^-
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Carbon
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$

	5	24.2	0.271	0.001147	1.50778	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Peroxy
		32.4	0.271	0.001147	2.01868	$^1\text{O}_2$
	3	32.6	0.27	0.001142	2.03867	Carbon
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	24	0.271	0.001147	1.49532	O_2^-
		24.3	0.27	0.001142	1.51962	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		32.8	0.272	0.001151	2.03609	$^1\text{O}_2$
	2	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.271	0.001147	2.01868	O_2^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.5	0.272	0.001151	2.01747	SO_3^-

		24.3	0.273	0.001155	1.50292	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.4	0.271	0.001147	1.52024	Peroxy
		24.1	0.271	0.001147	1.50155	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi lidah buaya dengan konsentrasi 40%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B(T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Peroxy
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	SO_3^-
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.273	0.001155	1.49055	SO_3^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		32.8	0.272	0.001151	2.03609	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$

	5	24.3	0.272	0.001151	1.50845	SO ₃ ⁻
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	¹ O ₂
30 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO ₃ ⁻
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	¹ O ₂
	2	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Carbon
		32.3	0.271	0.001147	2.01245	¹ O ₂
	3	32.5	0.272	0.001151	2.01747	O ₂ ⁻
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	¹ O ₂
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	¹ O ₂
	5	24.2	0.271	0.001147	1.50778	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	¹ O ₂
40 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O ₂ ⁻
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	¹ O ₂
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Carbon
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	¹ O ₂
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	¹ O ₂
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	SO ₃ ⁻
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	¹ O ₂
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	SO ₃ ⁻
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	¹ O ₂
50 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	¹ O ₂
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	SO ₃ ⁻
		32.2	0.271	0.001147	2.00622	¹ O ₂
	3	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Carbon

		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	4	24.2	0.273	0.001155	1.49674	Carbon
		23.9	0.272	0.001151	1.48362	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	O_2^-
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi lidah buaya dengan konsentrasi 60%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B(T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.6	0.273	0.001155	2.01626	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.272	0.001151	1.50224	SO_3^-
		24	0.273	0.001155	1.48437	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Peroxy
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Carbon
		23.9	0.271	0.001147	1.48909	$^1\text{O}_2$
	4	23.8	0.272	0.001151	1.47741	SO_3^-

	5	24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	SO_3^-
		24	0.273	0.001155	1.48437	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	SO_3^-
		32.6	0.271	0.001147	2.03114	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.271	0.001147	1.50155	O_2^-
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Peroxy
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.272	0.001151	1.50224	O_2^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.2	0.271	0.001147	2.00622	Peroxy
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	$^1\text{O}_2$

	3	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	SO_3^-
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	O_2^-
		24	0.271	0.001147	1.49532	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi lidah buaya dengan konsentrasi 80%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B(T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 menit	1	32.6	0.273	0.001155	2.01626	Peroxy
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Peroxy
		32.6	0.271	0.001147	2.03114	$^1\text{O}_2$
	3	32.2	0.271	0.001147	2.00622	SO_3^-
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.50845	O_2^-
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	Carbon
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.7	0.271	0.001147	2.03738	Peroxy
		32.3	0.271	0.001147	2.01245	$^1\text{O}_2$
	3	32.3	0.272	0.001151	2.00505	O_2^-
		24.4	0.273	0.001155	1.50911	$^1\text{O}_2$

	4	24.2	0.272	0.001151	1.50224	Peroxy
		24.3	0.271	0.001147	1.51401	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.271	0.001147	1.50155	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.3	0.272	0.001151	2.00505	Carbon
		32.4	0.273	0.001155	2.00389	$^1\text{O}_2$
	2	32.3	0.272	0.001151	2.00505	SO_3^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	3	32.6	0.271	0.001147	2.03114	Carbon
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	4	24.4	0.273	0.001155	1.50911	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.272	0.001151	1.49603	O_2^-
		24.2	0.271	0.001147	1.50778	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.8	0.272	0.001151	2.03609	O_2^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.4	0.273	0.001155	2.00389	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	3	32.5	0.272	0.001151	2.01747	SO_3^-
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	Carbon
		24.1	0.273	0.001155	1.49055	$^1\text{O}_2$
	5	24.3	0.272	0.001151	1.50845	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.50224	$^1\text{O}_2$
50 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.00389	SO_3^-
		32.3	0.272	0.001151	2.00505	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Carbon

		32.4	0.273	0.001155	2.00389	$^1\text{O}_2$
	3	32.8	0.272	0.001151	2.03609	Peroxy
		24.1	0.272	0.001151	1.49603	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.272	0.001151	1.49603	SO_3^-
		24.3	0.272	0.001151	1.50845	$^1\text{O}_2$
	5	24.3	0.273	0.001155	1.50292	O_2^-
		24.2	0.273	0.001155	1.49674	$^1\text{O}_2$

Data hasil pengukuran frekuensi dan arus pada daging yang disinari ultraviolet dan diberi lidah buaya dengan konsentrasi 100%.

Waktu Radiasi	Sampel	F (MHz)	I (A)	B(T)	Faktor g	Jenis Radikal Bebas
10 menit	1	32.6	0.271	0.001147	2.031145	O_2^-
		32.4	0.271	0.001147	2.018684	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Peroxy
		32.3	0.272	0.001151	2.005054	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.003895	Peroxy
		24.1	0.271	0.001147	1.501552	$^1\text{O}_2$
	4	24.3	0.272	0.001151	1.508446	Carbon
		24.1	0.272	0.001151	1.496031	$^1\text{O}_2$
	5	24.2	0.272	0.001151	1.502239	SO_3^-
		24.3	0.273	0.001155	1.502921	$^1\text{O}_2$
20 menit	1	32.3	0.272	0.001151	2.005054	Carbon
		32.3	0.272	0.001151	2.005054	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	Carbon
		32.9	0.273	0.001155	2.034819	$^1\text{O}_2$
	3	32.4	0.273	0.001155	2.003895	Peroxy

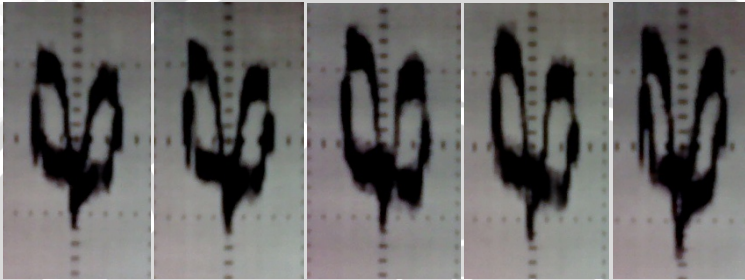
	4	24.4	0.272	0.001151	1.514654	$^1\text{O}_2$
		24	0.272	0.001151	1.489824	O_2^-
		24.3	0.272	0.001151	1.508446	$^1\text{O}_2$
	5	24.1	0.273	0.001155	1.490551	SO_3^-
		24.2	0.273	0.001155	1.496736	$^1\text{O}_2$
30 menit	1	32.4	0.273	0.001155	2.003895	SO_3^-
		32.5	0.272	0.001151	2.01747	$^1\text{O}_2$
	2	32.7	0.271	0.001147	2.037375	Peroxy
		32.4	0.271	0.001147	2.018684	$^1\text{O}_2$
	3	32.2	0.271	0.001147	2.006223	O_2^-
		24.4	0.273	0.001155	1.509106	$^1\text{O}_2$
	4	24.4	0.272	0.001151	1.514654	Peroxy
		24.2	0.272	0.001151	1.502239	$^1\text{O}_2$
	5	24	0.271	0.001147	1.495321	Carbon
		24.1	0.271	0.001147	1.501552	$^1\text{O}_2$
40 menit	1	32.6	0.273	0.001155	2.016264	Peroxy
		32.4	0.273	0.001155	2.003895	$^1\text{O}_2$
	2	32.5	0.272	0.001151	2.01747	SO_3^-
		32.3	0.272	0.001151	2.005054	$^1\text{O}_2$
	3	32.7	0.271	0.001147	2.037375	Peroxy
		24.3	0.273	0.001155	1.502921	$^1\text{O}_2$
	4	24.1	0.273	0.001155	1.490551	Carbon
		24.1	0.272	0.001151	1.496031	$^1\text{O}_2$
	5	24.3	0.272	0.001151	1.508446	O_2^-
		24.2	0.272	0.001151	1.502239	$^1\text{O}_2$
50	1	32.4	0.273	0.001155	2.003895	SO_3^-

menit		32.3	0.272	0.001151	2.005054	$^1\text{O}_2$
2		32.7	0.271	0.001147	2.037375	Carbon
		32.3	0.271	0.001147	2.012453	$^1\text{O}_2$
3		32.5	0.272	0.001151	2.01747	O_2^-
		24.1	0.272	0.001151	1.496031	$^1\text{O}_2$
4		24.2	0.272	0.001151	1.502239	Peroxy
		24.1	0.271	0.001147	1.501552	$^1\text{O}_2$
5		24.2	0.271	0.001147	1.507782	Peroxy
		24.2	0.271	0.001147	1.507782	$^1\text{O}_2$



Lampiran 4 Gambar resonansi pada osiloskop

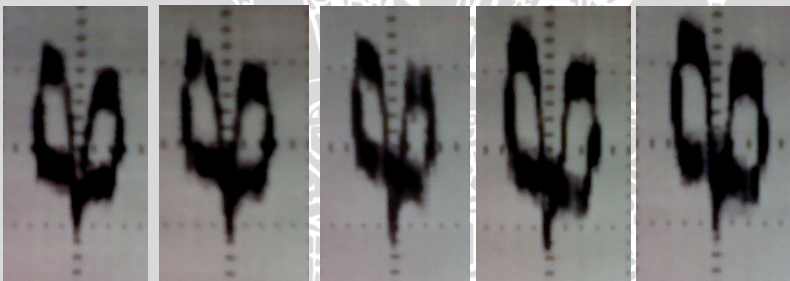
Lampiran 3.1 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet tanpa antioksidan.



(10 menit) (20 menit) (30 menit) (40 menit) (50 menit)

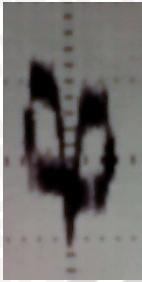
Lampiran 3.2 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan bengkuang.

Lampiran 3.2.1 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan bengkuang dengan konsentrasi 20%



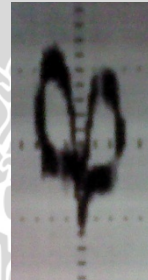
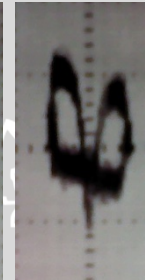
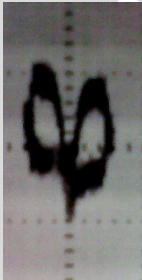
(10 menit) (20 menit) (30 menit) (40 menit) (50 menit)

Lampiran 3.2.2 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan bengkuang dengan konsentrasi 40%



(10 menit) (20 menit) (30 menit) (40 menit) (50 menit)

Lampiran 3.2.3 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan bengkuang dengan konsentrasi 60%



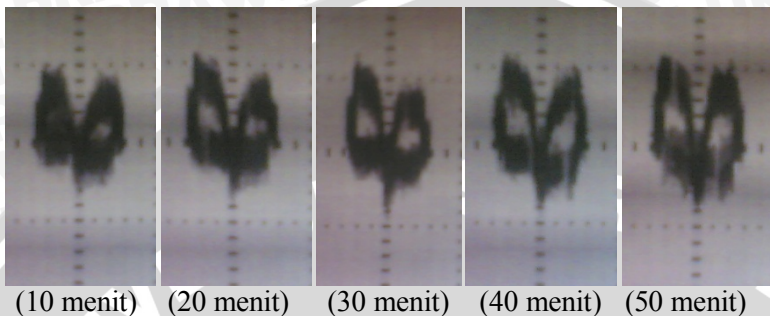
(10 menit) (20 menit) (30 menit) (40 menit) (50 menit)

Lampiran 3.2.4 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan bengkuang dengan konsentrasi 80%



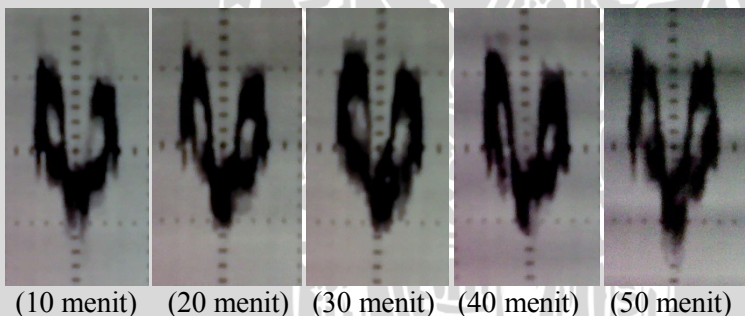
(10 menit) (20 menit) (30 menit) (40 menit) (50 menit)

Lampiran 3.2.5 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan bengkuang dengan konsentrasi 100%

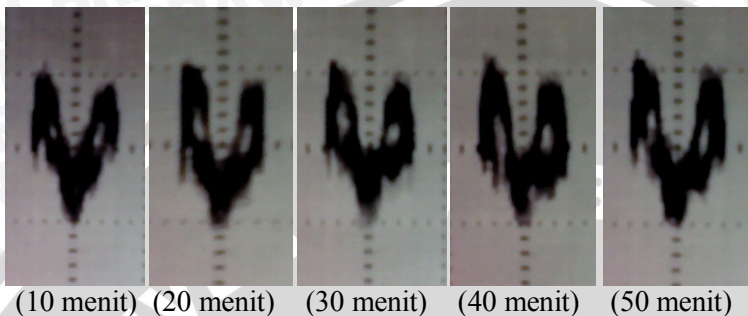


Lampiran 3.3 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan lidah buaya.

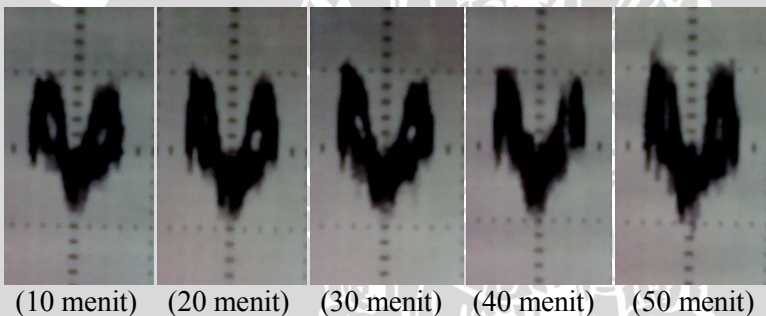
Lampiran 3.3.1 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan lidah buaya dengan konsentrasi 20%



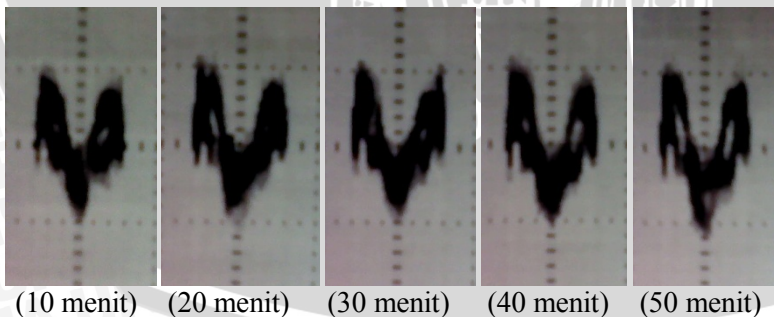
Lampiran 3.3.2 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan lidah buaya dengan konsentrasi 40%



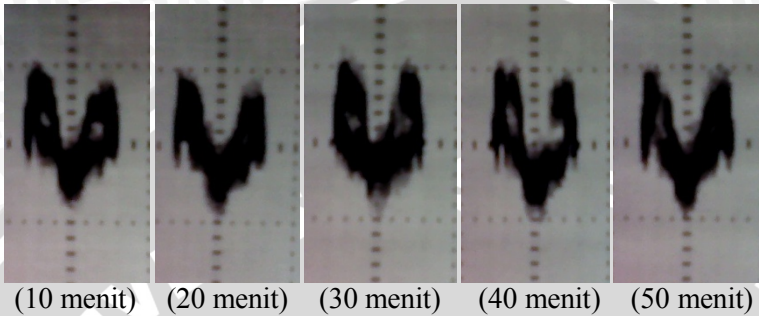
Lampiran 3.3.3 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan lidah buaya dengan konsentrasi 60%



Lampiran 3.3.4 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan lidah buaya dengan konsentrasi 80%



Lampiran 3.3.5 Gambar resonansi dari daging yang diradiasi sinar ultraviolet dengan antioksidan lidah buaya dengan konsentrasi 100%



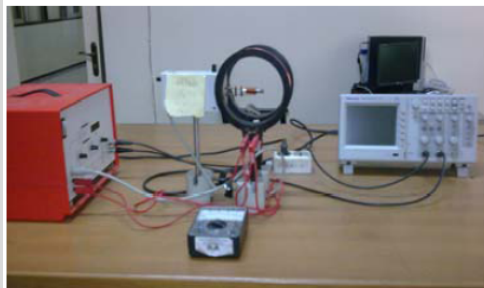
Lampiran 5 Nilai Faktor g
 Nilai faktor g pada literatur (Vlack, 1960).

No	Nama Radikal	Nilai faktor-g
1.	$^1\text{O}_2$	1.501
2.	Hydroxyl	2,00047
3.	Helium	2,002
4.	Methanol	2,00205
5.	Methyl	2,00255
6.	Free Radikal	2,00232
7.	Peroxy	2,0155
8.	Alkoxy	2,00197
9.	Alkyl	2,00206
10.	DPPH	2,0036
11.	Carbondioksida	2,0007
12.	SO_3^-	2,0037
13.	SO_4^-	1,9976
14.	O_2^-	2,0356
15.	Ethyl	2,0044
16.	Carbon	2,005
17.	Hg	4,0-4,5
18.	YBaCuO 23x-7	2,24
19.	CuGeO3	2,154
20.	Cu-HA	2,289-2,296

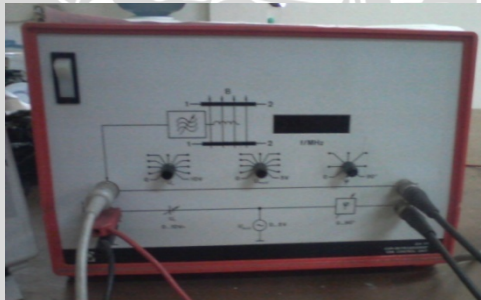
Lampiran 6 Gambar alat yang digunakan



Lampiran 6. 1 Lampu Ultraviolet



Lampiran 6. 2 Rangkaian Alat ESR.



Lampiran 6. 3 Alat pengendali ESR.



Lampiran 6. 4 Alat dasar ESR (ESR Unit)



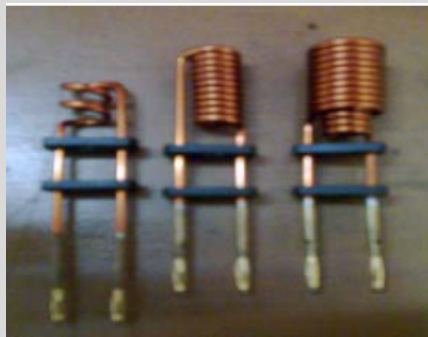
Lampiran 6. 5 Kumparan Helmholtz



Lampiran 6. 6 Multimeter



Lampiran 6. 7 Osiloskop digital



Lampiran 6. 8 Kumparan resonansi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

