

**PENGARUH RADIASI GELOMBANG MICROWAVE
TELEPON SELULER TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN
DAGING SAPI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Fisika

oleh :

UMI FITRIANI
0910930018-95



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH RADIASI GELOMBANG MICROWAVE
TELEPON SELULER TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN
DAGING SAPI**

oleh :

UMI FITRIANI
0910930018-95

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 Chomsin S.Widodo,S.Si.,M.Si.,Ph.D
NIP.196 501 111 990 021 002 NIP. 196 910 201 995 121 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs.Adi Susilo,M.Si,Ph.D
NIP.196 312 271 991 031 002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Umi Fitriani
NIM : 0910930018
Jurusan : Fisika
Penulis Skripsi berjudul :

PENGARUH RADIASI GELOMBANG MICROWAVE TELEPON SELULER TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAGING SAPI

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil penjiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,.....

Yang menyatakan,

Umi Fitriani
NIM. 0910930018

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PENGARUH RADIASI GELOMBANG MICROWAVE TELEPON SELULER TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAGING SAPI

ABSTRAK

Telepon seluler (HP) saat ini menjadi kebutuhan primer setelah sandang, pangan dan papan. Telepon seluler adalah perangkat elektronik yang mampu memancarkan radiasi gelombang microwave. Meskipun radiasi yang dipancarkan oleh telepon seluler pada dasarnya kecil, namun interaksi pengguna yang lama mampu berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan bahkan kerusakan pada jaringan atau sel. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama paparan dan jarak sumber radiasi telepon seluler terhadap kandungan protein daging sapi. Sampel daging sapi diradiasi dengan variasi lama paparan 50, 60, 70, 80 dan 90 menit, dan variasi jarak sumber radiasi 1,5, 5, 10, 15 dan 20 cm terhadap objek. Kemudian sampel diukur kandungan protein daging sapi dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan persentase kandungan protein daging sapi yang diradiasi dari keadaan normal seiring bertambahnya lama paparan dan sebaliknya persentase kandungan protein daging sapi naik seiring dengan bertambahnya jarak sumber radiasi. Hal ini terjadi karena semakin lama paparan radiasi semakin besar intensitas radiasi yang diterima, dan semakin jauh jarak sumber radiasi semakin kecil intensitas radiasinya. Pengaruh lama paparan dan jarak sumber radiasi terhadap kandungan protein daging sapi terbukti dengan penurunan persentase kandungan protein terbesar terjadi pada lama waktu paparan 90 menit dan jarak sumber radiasi 1,5 cm dari bahan.

Kata kunci: Telepon seluler, kandungan protein dan radiasi.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



THE EFFECT OF MICROWAVE RADIATION FROM MOBILE PHONE TO PROTEIN CONTENT OF BEEF

ABSTRACT

Hand phone (HP) is becoming a primary need after food, clothing and shelter. Hand phone is an electronic device that is capable of emitting microwave radiation. Although the radiation emitted by hand phones are essentially small, but capable of long user interactions potentially cause health problems or even damage to the tissue and cells. This study was conducted to determine the effect of duration of exposure and the distance of sources of hand phone radiation to the protein content of beef. Beef samples irradiated with long exposure variation 50, 60, 70, 80 and 90 minutes, and the variation of the radiation source spacing 1.5, 5, 10, 15 and 20 cm to the object. Then the sample was measured a protein content of beef by using UV-Vis spectrophotometer. The results showed a decrease in the percentage of protein content of beef irradiated from normal state with increasing duration of exposure, and otherwise the percentage of protein content of beef with increasing distance of the radiation source. This occurs because intensity of radiation received increase with increasing of radiation exposure and decreasing of distance of the radiation source. The effect of duration of exposure and the distance of the radiation source to the protein content of beef as evidenced with decreasing the percentage of protein content occurred at the long exposure time of 90 minutes and the distance of the radiation source from material is 1,5 cm.

Keywords: Hand phone, the protein content and the radiation.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-NYA, sehingga saya dapat menyelesaikan SKRIPSI dengan judul **“PENGARUH RADIASI GELOMBANG MICROVAWE TELEPON SELULER TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAGING SAPI”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Dalam kesempatan ini, dengan penuh kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing saya baik berupa pengarahan, informasi, bimbingan dan tenaga selama pelaksanaan penelitian serta dalam proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, saudara dan segenap keluarga atas semua yang telah diberikan baik secara materiil maupun secara spiritual yang berupa do'a, semangat, motivasi, dan dukungannya selama ini.
3. Suami tercinta M. Afiudin Kurniawan S.Kom, yang selalu sabar menemani dan memberikan semangat dan dukungannya selama ini.
4. Drs.Unggul P. Juswono,M.Sc selaku pembimbing I atas semua bimbingan dan pengarahan yang beliau berikan selama proses pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.
5. Chomsin S.Widodo,S.Si.,M.Si., Ph.D selaku pembimbing II atas semua bimbingan dan arahan selama ini.
6. Bapak Maryono selaku Laboran Biokomia atas semua bimbingan dan arahan selama pengambilan data.

7. Bapak dan Ibu dosen, laboran, serta karyawan tata usaha jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas segala bantuan dan pelajaran yang telah diberikan.
8. Teman-teman sekalian yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan memberikan saya banyak pengalaman serta pelajaran yang berharga.
9. Semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan skripsi ini baik secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata saya mohon maaf atas semua bentuk kekurangan dalam segala hal, khususnya dalam penyusunan skripsi ini. Saran dan kritik yang sifatnya membangun dan menyempurnakan penulis harapkan agar nanti akan lebih baik dalam kedepannya.



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Telepon Seluler	5
2.2 Radiasi Gelombang Elektromagnetik	6
2.3 Interaksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Pengion terhadap Materi.....	10
2.3.1 Efek Fotolistrik.....	10
2.3.2 Hamburan Compton	11
2.3.3 Produksi Pasangan.....	13

2.4 Interaksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Non Pengion terhadap Materi.....	14
2.5 Protein Daging Sapi	17
2.6 Efek Radiasi Gelombang Mikrowave pada Telepon Seluler	24
BAB III METODOLOGI.....	29
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	29
3.3 Tahapan Penelitian	29
3.3.1 Persiapan Sampel	29
3.3.2 Proses Pemaparan Daging Sapi dengan menggunakan Radiasi Gelombang Mikrowave Telepon Seluler	30
3.3.3 Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi	30
3.4 Analisis Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.2 Pembahasan	44
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembentuk gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal.....	7
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	8
Gambar 2.3 Proses Efek Fotolistrik.....	11
Gambar 2.4 Proses Hamburan Compton.....	11
Gambar 2.5 Proses Produksi Pasangan.....	14
Gambar 2.6 Struktur Asam Amino.....	18
Gambar 2.7 Bagian-Bagian dari karkas sapi.....	23
Gambar 2.8 Molekul Non Linier.....	24
Gambar 2.9 Molekul Diatomik.....	25
Gambar 2.10 Daftar panjang ikatan (bond length).....	27
Gambar 3.2 Spektrofotometer Uv-Vis tipe Spektronic-20.....	32
Gambar 3.2 Diagram alur penelitian.....	33
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi untuk sampel 1(Lampiran 1).....	37
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi untuk sampel 2 (Lampiran 1).....	39
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Jarak Sumber Radiasi dengan kandungan protein daging sapi yang rusak untuk sampel 2 (Lampiran 1).....	41
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi yang tidak rusak untuk sampel 2 (Lampiran 1).....	43
Gambar 4.5 Rotasi Antar Molekul.....	45

Gambar 4.6 Struktur umum molekul protein.....46

Gambar 4.7 Sketsa Proses Denaturasi Protein.....47

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek radiasi GEM non pengion terhadap jaringan biologis.....	14
Tabel 2.2 Susunan asam amino pembentuk protein beserta singkatan, simbol , struktur kimia dan karakteristik.....	18
Tabel 2.3 Komposisi Kimia berdasarkan Letak Daging Segar pada Karkas.....	23
Tabel 4.1 Tabel persamaan garis dan nilai R² dari Gambar 4.1.....	38
Tabel 4.2 Tabel persamaan garis dan nilai R² dari Gambar 4.2.....	40
Tabel 4.3 Tabel persamaan garis dan nilai R² dari Gambar 4.3.....	42
Tabel 4.4 Tabel persamaan garis dan nilai R² dari Gambar 4.4.....	43
Tabel 1. Data Hasil Penelitian untuk sampel 1.....	55
Tabel 2. Data Hasil Penelitian untuk sampel 2.....	55
Tabel 3. Hubungan Lama paparan dengan kandungan protein daging sapi (sampel 2).....	57
Tabel 4. Hubungan Jarak sumber dengan protein yang rusak (sampel 2).....	57
Tabel 5. Hubungan lama paparan dengan kandungan protein yang tidak rusak (sampel 2).....	58

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian.....	55
Lampiran 2. Energi ikat antar atom terluar pada struktur protein daging sapi.....	58
Lampiran 3. Perhitungan Energi Radiasi Gelombang Microwave Telepon Seluler terhadap Daging Sapi.....	59



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telepon seluler (HP) saat ini menjadi kebutuhan primer setelah sandang, pangan dan papan. Hampir sebagian besar penduduk Indonesia menggunakan alat komunikasi ini karena alat ini memiliki banyak kelebihan dibanding dengan alat komunikasi lainnya (Mahardika, 2009). Telepon seluler adalah perangkat elektronik yang mampu memancarkan radiasi gelombang mikrowave saat sedang aktif digunakan, yakni saat menerima maupun melakukan panggilan (Ganes, 2010). Radiasi gelombang mikrowave tergolong dalam radiasi gelombang elektromagnetik non pengion (Sutyarso, 2010).

Radiasi gelombang elektromagnetik merupakan radiasi yang terbentuk akibat adanya osilasi medan magnet dan medan listrik (Ganes, 2010). Dalam kehidupan sehari-hari, tanpa disadari tubuh kita sering berinteraksi dengan radiasi tersebut. Meskipun radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh telepon seluler pada dasarnya kecil, namun interaksi pengguna yang lama mampu berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan bahkan kerusakan pada jaringan atau sel (Sutyarso, 2010).

Pada spermatozoa laki-laki fertil yang menggunakan telepon seluler, terjadi penurunan kualitas dan jumlahnya (Sutyarso, 2010). Hal tersebut membuktikan bahwa terdapat pengaruh radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler terhadap kerusakan jaringan atau sel. Protein merupakan bagian yang sangat penting dalam pembentukan sel, begitu juga dengan pembentukan sel sperma.

Protein didefinisikan sebagai bio-makromolekular yang menyusun lebih dari separuh bagian sel (*Wordpress^a*, 2008). Makromolekul ini mampu mengendalikan jalur dan waktu suatu sistem yang kompleks untuk menjaga kelangsungan hidup suatu organisme. Sistem akan terganggu apabila biokatalis yang berperan didalamnya mengalami kerusakan (Hertadi, 2008).

Kerusakan yang terjadi pada struktur protein disebabkan oleh banyak hal, salah satunya adalah paparan radiasi. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh radiasi gelombang mikrowave telepon seluler terhadap kandungan protein daging sapi supaya dapat diketahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan oleh radiasi tersebut terhadap suatu jaringan makhluk hidup. Pada penelitian ini digunakan daging sapi sebagai media penelitian karena daging sapi merupakan sumber protein terbesar dibanding dengan sumber protein hewani lainnya (Forrest dkk, 1975).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi lama paparan radiasi telepon seluler dengan kandungan protein daging sapi, serta bagaimana pengaruh variasi jarak sumber radiasi telepon seluler terhadap objek (daging sapi) dengan kandungan protein daging sapi.

1.3 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah pada penelitian ini, yaitu pengambilan data berupa kadar protein daging sapi sebelum dan sesudah diradiasi untuk variasi lama paparan 50, 60, 70, 80 dan 90 menit, serta variasi jarak sumber radiasi 1,5, 5, 10, 15 dan 20 cm terhadap objek (daging sapi). Telepon seluler yang digunakan sebanyak 4 dengan merk dan tipe yang sama, yaitu : Samsung GT-E1205T.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi lama paparan radiasi telepon seluler terhadap kandungan protein daging sapi dan pengaruh variasi jarak sumber radiasi telepon seluler terhadap objek (daging sapi) dengan kandungan proteinnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan didapatkannya informasi mengenai pengaruh variasi lama paparan radiasi telepon seluler terhadap kandungan protein daging sapi dan pengaruh variasi sumber radiasi telepon seluler terhadap kandungan proteinnya. Sehingga dapat diketahui dampak radiasi telepon seluler terhadap suatu jaringan makhluk hidup yang mana nantinya dapat dipakai sebagai acuan untuk penggunaan telepon seluler secara proporsional.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telepon Seluler

Telepon seluler (ponsel) adalah perangkat elektronik yang memancarkan gelombang elektromagnetik (GEM), meskipun GEM yang dipancarkan pada dasarnya adalah kecil, namun karena interaksi pengguna yang tinggi memungkinkan dampak radiasi yang dipancarkan berpengaruh pada kesehatan. Pancaran sinyal dari emitter ponsel selalu mengikuti kaidah pancaran radiasi gelombang elektromagnetik. Dimana radiasi elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik yang beresilasi dan medan magnet merambat lewat ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain (Dasdag, 2003).

Telepon seluler (ponsel) atau handphone (HP) atau disebut pula adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa ke mana-mana (portabel, mobile) dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (Mahardika, 2009).

Wireless Technology atau teknologi nirkabel, atau lebih sering disingkat wireless adalah teknologi elektronika yang beroperasi tanpa kabel. Wireless technology dapat dimanfaatkan untuk komunikasi, dan pengontrolan. Untuk komunikasi, dikenal wireless communication yaitu transfer informasi secara jarak jauh tanpa menggunakan kabel misalnya ponsel, jaringan komputer nirkabel dan satelit (Proboyekti, 2011).

Secara umum sistem yang digunakan telepon seluler terbagi menjadi dua yaitu GSM (Global Sytem for Mobile

Telecommunication), yang menggunakan frekuensi 800 MHz, 900 MHz dan 1800 MHz, dan CDMA (Code Division Multiple Acces), yang menggunakan frekuensi 450 MHz, 800 MHz dan 1900 MHz (Proboyekti, 2011).

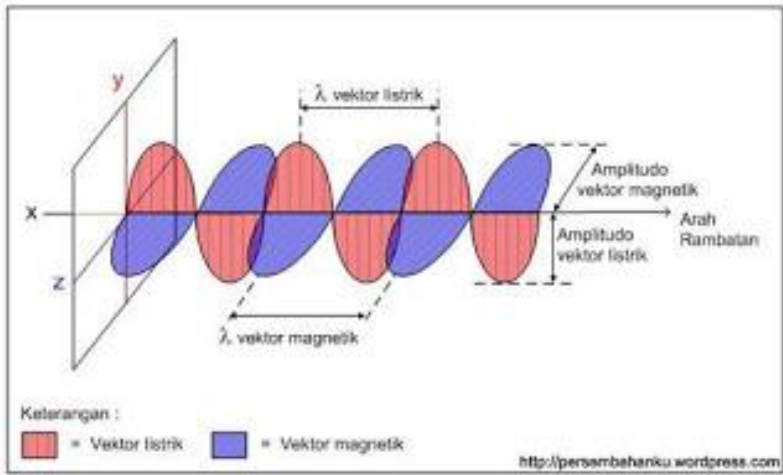
Jika kita lihat rentangan frekuensi yang digunakan oleh telepon seluler, maka gelombang yang digunakan berada pada spektrum gelombang mikro. Bila kita hitung energi yang diradiasikan oleh telepon seluler dengan persamaan energi $E = hf$, maka energi yang diradiasikan akan berada pada rentangan $2,98 \times 10^{-25}$ Joule sampai $1,25 \times 10^{-24}$ Joule (Mahardika, 2009).

2.2 Radiasi Gelombang Elektromagnetik

Radiasi adalah pancaran energi yang berasal dari proses transformasi atom atau inti atom yang tidak stabil (li Ivanov, 2004). Radiasi juga dapat diartikan sebagai pemancaraan/ perambatan energi menembus ruang atau sebuah substansi dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/ paket-paket energi (foton) (Boel, 2009). Ditinjau dari massanya, radiasi dapat dibagi menjadi dua yaitu radiasi partikel dan gelombang elektromagnetik (Arief, 2012).

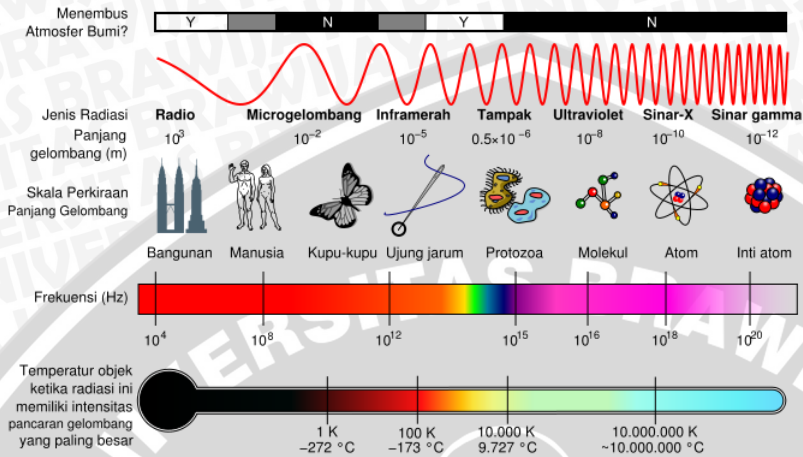
Radiasi partikel adalah sebuah bentuk radiasi dimana unsur individual bersikap seperti partikel. Beberapa jenisnya adalah radiasi alpha dan beta yang dipancarkan oleh zat radioaktif (inti atom yang tidak stabil), serta radiasi elektron dan proton yang dihasilkan oleh mesin berkas elektron ataupun akselerator (Arief, 2012).

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terbentuk dari usikan medan magnet dan medan listrik. Kedua medan ini bergetar dalam arah yang saling tegak lurus. Medan magnet dan medan listrik pembentuk gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal, yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya (Gambar 2.3) (Mahardika, 2009).



Gambar 2.1 Pembentuk gelombang elektromagnetik adalah gelombang transversal (Mahardika, 2009)

Dalam perambatannya gelombang elektromagnetik merambat dengan kecepatan yang nilainya ditentukan oleh dua besaran yaitu permetivitas listrik dan permeabilitas magnetik. Untuk ruang hampa dan udara, maka nilai kecepatan gelombang elektromagnetik akan mendekati 3×10^8 m/s. Adapun spektrum gelombang elektromagnetik sebagai berikut:



Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik
(Wordpress^c, 2011)

Radiasi gelombang elektromagnetik adalah kombinasi medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat lewat ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain (Ganes, 2010).

Besar energi yang diradiasikan oleh suatu spektrum gelombang elektromagnetik, menurut Planck akan memenuhi persamaan:

$$E = hf \quad (2-1)$$

dimana h adalah konstanta Planck yang besarnya $6,62 \times 10^{-34}$ Js, dan f adalah frekuensi dari gelombang elektromagnetik (Mahardika, 2009).

Energi yang diradiasikan oleh gelombang elektromagnetik akan diterima oleh benda-benda di sekitarnya. Intensitas radiasi yang diterima oleh benda-benda tersebut bervariasi tergantung posisi

benda tersebut dari sumber radiasi. Secara matematis, intensitas radiasinya dirumuskan sebagai:

$$I = \frac{P}{A} \quad (2-2)$$

dimana I adalah besar intensitas radiasi ($\frac{W}{m^2}$), P adalah besar daya yang diterima (W) dan A adalah luas permukaan yang ditembus oleh suatu radiasi (m^2). Jika radiasi tersebut bersifat *omnidirectional*, maka intensitas radiasi yang diterima akan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara benda yang menerima radiasi dengan sumber radiasi, $I \sim \frac{1}{r^2}$. Semakin besar jarak dengan sumber, maka intensitas radiasi akan semakin berkurang, semakin dekat dengan sumber radiasi maka intensitas yang diterima akan semakin besar (Mahardika, 2009).

Menurut Gabriel (1996) radiasi elektromagnetik dibagi menjadi 2 jenis, yaitu radiasi pengion dan non pengion. Radiasi pengion adalah energi radiasi yang dapat mengeluarkan elektron dari inti atom. Sisa atom ini menjadi positif dan disebut ion positif. Elektron yang dikeluarkan dapat tinggal bebas atau mengikat atom netral lainnya dan membentuk ion negatif. Peristiwa pembentukan ion positif dan ion negatif inilah yang disebut sebagai ionisasi. Melalui proses ionisasi ini, jaringan tubuh akan mengalami kelainan atau kerusakan pada tingkat sel, adapun contoh dari radiasi pengion meliputi Sinar Gamma dan Sinar-X (Ganes, 2010).

Menurut Anis (2007) radiasi non pengion mengacu pada radiasi elektromagnetik dengan energi lebih kecil daripada 10 eV, meliputi sinar ultra violet, cahaya tampak, sinar infra merah, gelombang mikro, gelombang radio, berbagai peralatan elektronik serta SUTET. Berdasarkan panjang gelombang yang berhubungan dengan frekuensi dan energi fotonnya, radiasi non pengion dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu radiasi optik dengan

panjang gelombang antara 100 nm sampai 1 mm, dan radiasi gelombang radio, antara 1 mm sampai sekitar > 100 km (Ganes, 2010).

2.3 Interaksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Pengion terhadap Materi

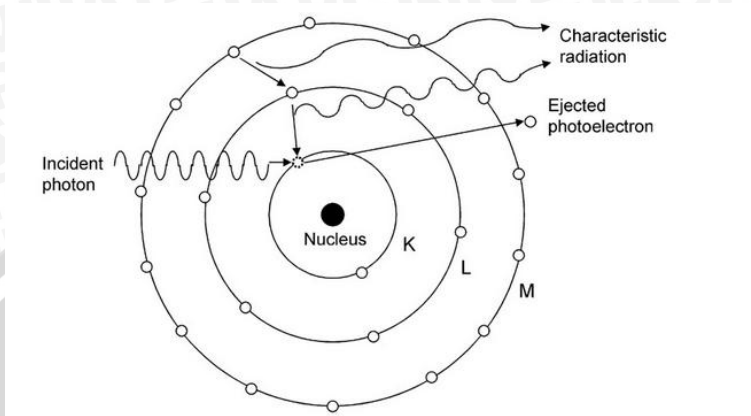
Terdapat tiga interaksi apabila radiasi gelombang elektromagnetik pengion mengenai materi yaitu efek foto listrik, efek Compton, dan produksi pasangan. Ketiga interaksi tersebut melepaskan elektron yang selanjutnya dapat mengionisasi atom-atom lain dalam materi.

2.3.1 Efek Fotolistrik

Peristiwa efek fotolistrik terjadi ketika foton menumbuk atau menabrak elektron pada kulit terdalam suatu atom yang memiliki energi ikat yang sangat besar, akibatnya elektron akan menyerap seluruh energi foton yang kemudian akan dipancarkan keluar dari atom dengan energi kinetik sebesar selisih energi foton dengan energi ikat elektron, yaitu:

$$E_k = hf - E_b \quad (2-3)$$

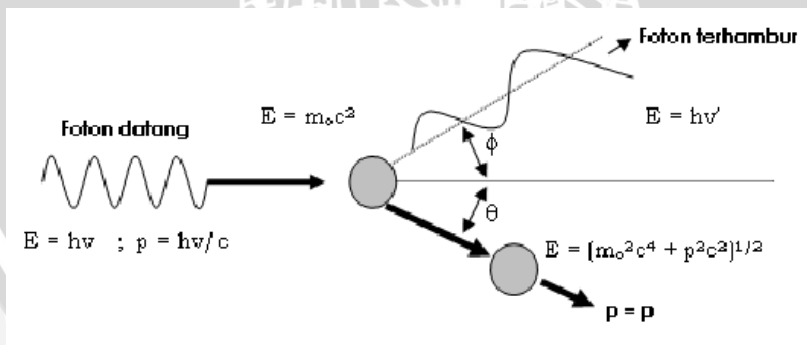
dengan E_k adalah energi kinetik elektron (eV), E_b adalah energi ikat elektron (eV), h adalah konstanta Planck ($6,63 \times 10^{-34} Js$) dan f adalah frekuensi gelombang elektromagnetik yang diserap atau dipancarkan elektron (Hz). Efek fotolistrik secara skematis ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.3 Proses Efek Fotolistrik.

2.3.2 Hamburan Compton

Hamburan Compton terjadi antara foton dengan sebuah elektron bebas yang terdapat pada kulit terluar sebuah atom. Apabila foton menumbuk atau menabrak elektron tersebut maka berdasarkan hukum kekekalan momentum, tidak mungkin elektron akan dapat menyerap seluruh energi foton seperti pada efek fotolistrik. Foton akan menyerahkan sebagian energinya kepada elektron yang kemudian akan terhambur dengan sudut ϕ terhadap arah gerak foton datang (lihat Gambar 2.6).



Gambar 2.4 Proses Hamburan Compton

Pada keadaan awal, foton memiliki energi E yang diberikan oleh:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (2-4)$$

Dan momentumnya adalah:

$$P = \frac{E}{c} \quad (2-5)$$

Elektron pada keadaan diam, memiliki energi diam m_0c^2 , setelah hamburan foton memiliki energi E' dan momentum P' dan bergerak pada arah yang membuat sudut ϕ terhadap arah foton datang. Elektron memiliki energi total E_0 dan momentum P_0 dan bergerak pada arah yang membuat sudut θ terhadap foton datang. Dalam interaksi ini berlaku hukum kekekalan energi dan momentum, yakni:

$$E_{awal} = E_{akhir}$$
$$E + m_0c^2 = E' + E_0 \quad (2-6)$$

$$(P_x)_{awal} = (P_x)_{akhir}$$

$$P = P_0 \cos \theta + P' \cos \phi \quad (2-7)$$

$$(P_y)_{awal} = (P_y)_{akhir}$$

$$0 = P_0 \sin \theta + P' \sin \phi \quad (2-8)$$

Ketiga persamaan diatas diselesaikan secara serempak dengan memilih untuk mengukur energi dan arah atom hambur, maka E_0 dan θ dieliminasi. Sudut θ dihilangkan dengan menggabungkan persamaan – persamaan momentum:

$$P_0 \cos \theta = P - P' \cos \phi \quad (2-9)$$

$$P_0 \sin \theta = P' \sin \phi \quad (2-10)$$

Selanjutnya dikuadratkan dan dijumlahkan, maka:

$$P_o^2 = P^2 - 2P_oP' \cos \phi + P'^2 \quad (2-11)$$

Dengan menggunakan hubungan relativistik antara energi dan momentum diperoleh:

$$E_o^2 = c^2P_o^2 + m_o^2c^4 \quad (2-12)$$

$$(E + m_o c^2 - E')^2 = c^2(P^2 - 2P_oP' \cos \phi + P'^2) + m_o^2c^4 \quad (2-13)$$

Dengan melakukan penjabaran lebih lanjut diperoleh hubungan:

$$\frac{1}{E'} + \frac{1}{E} = \frac{1}{m_o c^2} + (1 - \cos \phi) \quad (2-14)$$

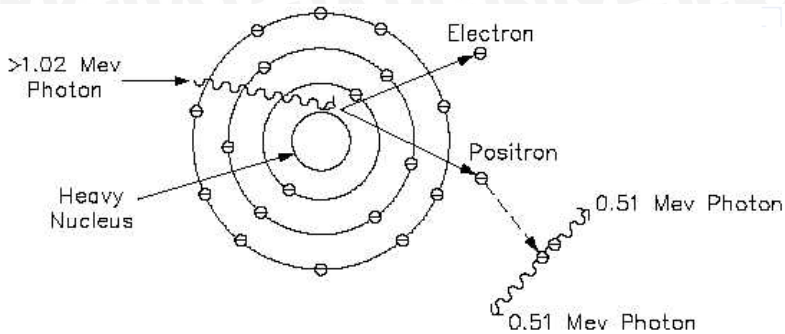
Atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_o c} (1 - \cos \phi) \quad (2-15)$$

Kuantitas $\frac{h}{m_o c}$ biasanya disebut panjang gelombang Compton, nilainya untuk sebuah elektron adalah $0,0234 \text{ \AA}$. Perhatikan bahwa perubahan panjang gelombang ini bergantung hanya pada sudut hamburan foton ϕ dan tidak bergantung pada energi foton datang (Gautreau dan Savin, 2006).

2.3.3 Produksi Pasangan

Peristiwa ini menunjukkan kesetaraan antara massa dengan energi sebagaimana diperkenalkan pertama kali oleh Einstein. Bila sebuah foton yang mengenai materi berhasil “masuk” sampai ke daerah medan inti (nuclear field) dengan jarak yang sangat dekat dan mempunyai energi lebih besar dari $1,022 \text{ MeV}$ (energi diam dari elektron dan proton) maka foton tersebut akan diserap habis dan akan dipancarkan pasangan elektron – positron. Positron adalah anti partikel dari elektron, yang mempunyai karakteristik sama dengan elektron tetapi bermuatan positif (Gambar 2.7).



Gambar 2.5 Proses Produksi Pasangan

Pada awalnya foton memiliki energi:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (2-16)$$

Inti berat mengambil sejumlah besar momentum foton yang melewatinya, tetapi disebabkan massanya yang begitu besar, maka energi kinetik pantulnya diabaikan dalam perbandingannya terhadap energi kinetik pasangan elektron-positron dimana Energi Kinetik dari inti berat dirumuskan sebagai berikut:

$$K = \frac{p^2}{2} M_o \quad (2-17)$$

Maka pada kasus ini, kekekalan momentum tidak dapat diterapkan akan tetapi kekekalan energi dapat diterapkan dengan mengabaikan inti berat, yang menghasilkan,

$$hf = m_+c^2 + m_-c^2 = K_+ + K_- + 2m_0c^2 \quad (2-18)$$

karena positron dan elektron memiliki energi diam yang sama, $m_0 = 9,11 \times 10^{-31} \text{kg}$ (Gautreau dan Savin, 2006).

2.4 Interaksi Radiasi Gelombang Elektromagnetik Non Pengion terhadap Materi

Radiasi gelombang elektromagnetik non pengion adalah suatu jenis radiasi GEM yang membawa energi yang tidak cukup untuk mengionisasi atom atau molekul. Radiasi GEM non pengion hanya memiliki energi yang cukup untuk mengubah rotasi, vibrasi dan konfigurasi elektron valensi dari suatu atom atau molekul. Berikut merupakan efek Radiasi GEM non pengion terhadap jaringan biologis (Hoong, 2003).

Tabel 2.1 Efek radiasi GEM non pengion terhadap jaringan biologis

Jenis radiasi	Sumber	Panjang gelombang	Frekuensi	Efek biologis
UVA	cahaya , Sinar matahari	318-400 nm	750-950 THz	Mata - katarak ; kulit-eritema, pigmentasi
Cahaya tampak	Sinar matahari , api , LED, lampu, Laser	400-780 nm	385-750 THz	Kulit –kulit terbakar; mata - cedera retina
IR-A	Sinar matahari, radiasi termal , lampu pijar, Laser, remote kontrol	780 nm - 1,4 μ m	215-385 THz	Mata - cedera retina , katarak; kulit - terbakar
IR-B	Sinar matahari,	1,4-3 m	100-215 THz	Mata - membakar

	radiasi termal, bola lampu pijar, Laser			kornea , katarak; kulit terbakar
IR-C	Sinar matahari, radiasi termal, bola lampu pijar, laser inframerah-jauh	3 pm - 1 mm	300 GHz - 100 THz	Mata - membakar kornea, katarak; pemanasan permukaan tubuh
Microw ave	PCS telepon, beberapa ponsel / seluler, oven microwave, telepon nirkabel, gelombang milimeter, milimeter bandara scanner, detektor gerakan, telekomuni kasi jarak jauh, radar, Wi-Fi	1 mm - 33 cm	1-300 GHz	Pemanasan jaringan tubuh dan mungkin karsinogenik
Radiasi frekuensi radio	Ponsel / sel, televisi, FM, AM, gelombang pendek,	33 cm - 3 km	100 kHz - 1 GHz	Pemanasan jaringan tubuh, mengangkat suhu tubuh

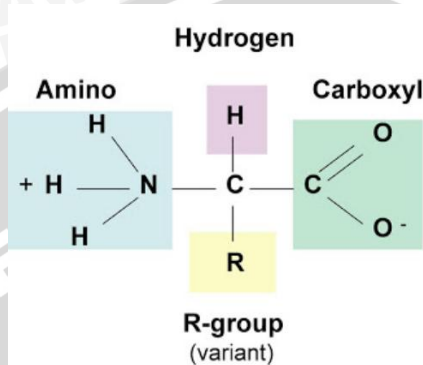
	CB, telepon nirkabel			
RF Frekuensi rendah	Saluran listrik	> 3 km	<100 kHz	Penumpukan muatan pada permukaan tubuh; gangguan saraf & otot
Bidang statis	Magnet yang kuat, MRI	Tak Terbatas	0 Hz (secara teknis bidang statis tidak "radiasi")	Magnetic - vertigo / mual; listrik - biaya di permukaan tubuh

2.4 Protein Daging Sapi

Istilah protein, yang dikemukakan pertama kali oleh pakar kimia Belanda, G.J. Mulder pada tahun 1938, berasal dari bahasa Yunani ‘*proteios*’. *Proteios* sendiri mempunyai arti “yang pertama” atau “yang paling utama (Sumardjo, 2006).

Protein dapat didefinisikan sebagai bio-makromolekul yang menyusun lebih dari separuh bagian dari sel. Protein menentukan ukuran dan struktur sel, komponen utama dari sistem komunikasi antar sel serta sebagai katalis berbagai reaksi biokimia di dalam sel (*Wordpress^a*, 2008). Protein merupakan senyawa biokimia yang tersusun dari satu atau lebih polipeptida dan memiliki bentuk globular atau fibrous. Polipeptida sendiri merupakan suatu polimer dari asam amino yang terbentuk dari ikatan peptide. Asam amino merupakan unit dasar struktur protein. Suatu asam amino α terdiri dari gugus amino, gugus karboksil, atom H dan gugus R tertentu yang semuanya terikat pada atom karbon α (Gambar 2.2). Terdapat 20 asam amino pembentuk protein dengan struktur kimia yang

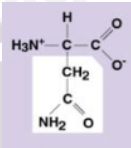
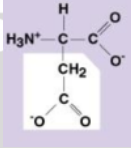
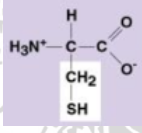
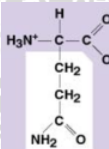
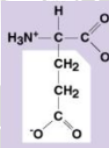
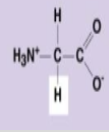
berbeda (Yuwono, 2008). Susunan asam amino pembentuk protein dapat dilihat pada Tabel 2.3.

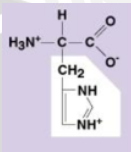
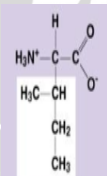
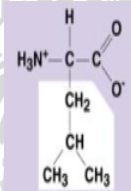
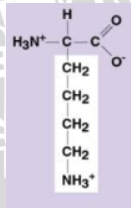
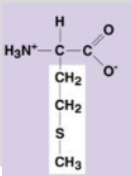


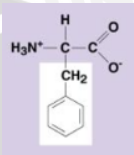
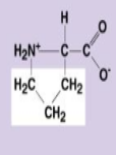
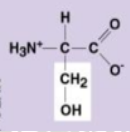
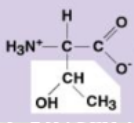
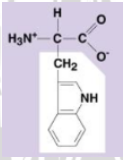
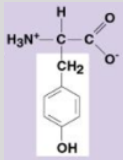
Gambar 2.6 Struktur Asam Amino (Ardiyanto, 2011)

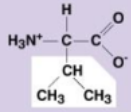
Tabel 2.2 Susunan asam amino pembentuk protein beserta singkatan, simbol, struktur kimia dan karakteristik (Haryanto, 2011).

Asam Amino	Singkatan	Simbol	Struktur Kimia	Karakteristik
Alanine	Ala	A		Nonpolar, hidrofobik
Arginine	Arg	R		Polar, hidrofilik

Asparagine	Asn	N		Polar, hidrofilik
Aspartic acid	Asp	D		Polar, hidrofilik
Cystein	Cys	C		Polar, hidrofilik
Glutamine	Gln	Q		Polar, hidrofilik
Glutamic acid	Glu	E		Polar, hidrofilik
Glycine	Gly	G		Polar, hidrofilik

Histidine	His	H		Polar, hidrofilik
Isoleucine	Ile	I		Nonpolar, hidrofobik
Leucine	Leu	L		Nonpolar, hidrofobik
Lysine	Lys	K		Polar, hidrofilik
Methionime	Met	M		Nonpolar, hidrofobik

Phenylalanine	Phe	F		Nonpolar, hidrofobik
Proline	Pro	P		Nonpolar, hidrofobik
Serine	Ser	S		Polar, hidrofilik
Threonine	Thr	T		Polar, hidrofilik
Tryptophan	Trp	W		Nonpolar, hidrofobik
Tyrosine	Tyr	Y		Polar, hidrofilik

Valine	Val	V		Nonpolar, hidrofobik
--------	-----	---	---	-------------------------

Daging merupakan sumber utama untuk mendapatkan asam amino esensial. Asam amino esensial terpenting didalam otot segar adalah alanin, glisin, asam glutamate, dan histidin. Daging sapi mengandung asam amino leusin, lisin, dan valin yang lebih tinggi daripada daging babi dan domba (Forrest dkk, 1975).

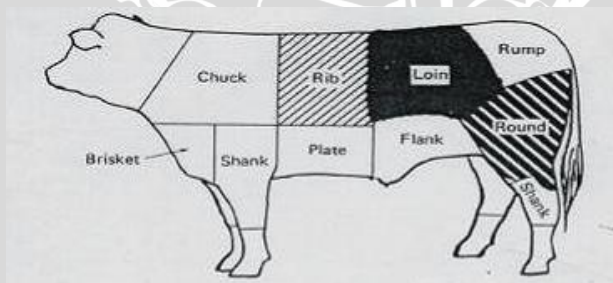
Protein daging terdiri dari protein sederhana dan protein terkonjugasi. Protein sederhana adalah protein yang hanya terdiri dari asam amino saja, misal enzim ribonuklease. Protein konjugasi adalah protein yang terbentuk dari asam amino dan gugus lain yang terikat pada rantai polipeptida (gugus prostetik), misal glikoprotein. Berdasarkan asalnya protein dapat dibedakan dalam tiga kelompok yaitu protein sarkoplasma, protein miofibril, dan protein jaringan ikat. Protein sarkoplasma adalah protein larut air karena umumnya dapat diekstrak oleh air dan larutan garam encer. Protein miofibril terdiri atas aktin dan myosin, serta sejumlah kecil troponin dan aktinin. Protein jaringan ikat ini memiliki sifat larut dalam larutan garam. Protein jaringan ikat merupakan fraksi protein yang tidak larut, terdiri atas protein kolagen, elastin, dan retikulin (Muchtadi dan Sugiono, 1992).

Komposisi kimia daging tergantung dari spesies hewan, jenis daging karkas, proses pengawetan, penyimpanan dan metode pengepakan (Muchtadi dan Sugiono, 1992). Table 2.2 menunjukkan komposisi kimia berdasarkan letak daging segar pada karkasnya.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia berdasarkan Letak Daging Segar pada Karkas (Muchtadi dan Sugiono, 1992).

Jenis karkas daging	Kadar (%)				Kilokalori (per 100 gr)
	Protein	Air	Lemak	Abu	
Chuck (paha depan)	18,6	65	16	0,9	220
Flank (panggul)	19,9	61	18	0,9	250
Loin (pinggang)	16,7	57	25	0,8	290
Rib (tulang rusuk/ iga)	17,4	59	23	0,8	280
Round (kelapa)	19,5	69	11	1	180
Rump (tanjung/ bagian pantat)	16,2	55	28	0,8	320

Adapun gambar dari bagian-bagian karkas sapi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.7 Bagian-Bagian dari karkas sapi (Wordpress^b, 2010)

Pemanasan dapat mempengaruhi kandungan protein daging. Daging sapi yang dipanaskan pada suhu 70 °C akan mengalami pengurangan jumlah lisin menjadi 90%, sedangkan pemanasan pada

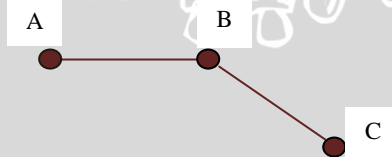
suhu 160 °C akan menurunkan jumlah lisin hingga 50% (Lawrie, 1991).

2. 6 Efek Radiasi Gelombang Mikrowave pada Telepon Seluler

Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (Super High Frekuensi) yaitu berkisar antara $10^{11} - 10^8$ Hz dan panjang gelombang berkisar antara 0,1 mm - 1 cm (Proboyekti, 2011).

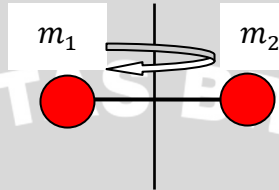
Setiap molekul memiliki energi internal yang berbeda-beda. Energi internal molekul merupakan total energi translasi, rotasi dan vibrasi. Apabila suatu senyawa menyerap radiasi gelombang mikro, maka tingkatan energi didalam molekul akan tereksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi. Sesuai dengan tingkatan energi yang diserap, maka yang akan terjadi pada molekul tersebut adalah perubahan energi rotasi molekul (Day dan Underwood, 2002).

Rotasi merupakan perputaran molekul yang selang energinya sangat kecil yaitu sekitar 10^{-3} eV. Dimana spektrumnya di daerah gelombang mikro dengan panjang gelombang berkisar antara 0,1 mm- 1 cm dan frekuensi berkisar antara $10^{11} - 10^8$. Gerak rotasi adalah gerak berputar pada sumbu tertentu. Untuk molekul yang linier, gerak rotasi mempunyai 2 kemungkinan yaitu gerak rotasi dengan sumbu rotasi berimpit dengan sumbu molekul dan sumbu rotasi tegak lurus di pertengahan sumbu molekul. Sedangkan untuk molekul non linier (Gambar 2.8), gerak rotasi mempunyai 3 kemungkinan yaitu gerak rotasi dengan sumbu berimpit dengan AB, berimpit dengan BC dan tegak lurus terhadap AB-BC



Gambar 2.8 Molekul Non Linier

Kontribusi energi dari unsur gerak rotasi berupa energi kinetik rotasi. Energi rotasi molekul adalah energi kinetik molekul yang disebabkan oleh rotasi pada sumbu yang melalui titik berat. Secara garis besar energi kinetik rotasi dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.9 Molekul Diatomik

Apabila diasumsikan m_1 dan m_2 adalah massa masing-masing atom yang bergerak dengan kelajuan v_1 dan v_2 . Masing-masing kecepatan linier tersebut ialah:

$$v_1 = \omega r_1 \quad (2-19)$$

$$v_2 = \omega r_2 \quad (2-20)$$

dengan r_1 adalah jarak dari m_1 ke sumbu rotasi dan r_2 adalah jarak dari atom m_2 ke sumbu rotasi. Momentum angular rotasi terhadap porosnya adalah:

$$L = m_1 v_1 r_1 + m_2 v_2 r_2 = |m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2| \omega = I \omega \quad (2-21)$$

dengan I adalah momen inersia

energi rotasinya adalah

$$E = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (2-22)$$

$E = \frac{L^2}{2I}$ dengan $I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$ dan $L^2 = \hbar^2 \ell(\ell + 1)$ yaitu momentum angular. Momentum angular ini merupakan variable

dinamis yang harganya terkuantisasi bergantung pada bilangan kuantum orbital.

Apabila sumbu rotasinya melalui pusat massa molekul maka:

$$m_1 r_1 = m_2 r_2 \quad (2-23)$$

dan panjang ikatan (bond length) dapat dinyatakan dengan

$$d = r_1 + r_2 \quad (2-24)$$

maka :

$$d = \left(\frac{m_2}{m_1} + 1\right) r_2 = \left(\frac{m_1}{m_2} + 1\right) r_1 \quad (2-25)$$

sedangkan momen inersia terhadap pusat menjadi:

$$I = \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\right) d^2 = M d^2 \quad (2-26)$$

dengan M adalah massa reduksi

$$M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (2-27)$$

dengan demikian energi rotasional molekul diatomik menjadi

$$E = \frac{L^2}{2I} = \frac{\hbar^2 \ell(\ell+1)}{2(m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2)} = \frac{\ell(\ell+1) \hbar^2}{2M d^2} \quad (2-28)$$

dimana:

ℓ = bilangan bulat positif (0,1,2,...)

\hbar = Tetapan tereduksi planck ($1,05 \times 10^{-34}$ J.s)

M = massa atom tereduksi

d = panjang ikatan (bond length)

Berikut Daftar panjang ikatan (bond length) dalam satuan picometer (pm).

Bond	Length	Bond	Length	Bond	Length	Bond	Length
Single Bonds							
H—H	74	N—H	101	Si—H	148	S—H	134
H—F	92	N—N	146	Si—Si	234	S—P	210
H—Cl	127	N—P	177	Si—O	161	S—S	204
H—Br	141	N—O	144	Si—S	210	S—F	158
H—I	161	N—S	168	Si—N	172	S—Cl	201
		N—F	139	Si—F	156	S—Br	225
		N—Cl	191	Si—Cl	204	S—I	234
C—H	109	N—Br	214	Si—Br	216		
C—C	154	N—I	222	Si—I	240	F—F	143
C—Si	186					F—Cl	166
C—N	147	O—H	96	P—H	142	F—Br	178
C—O	143	O—P	160	P—Si	227	F—I	187
C—P	187	O—O	148	P—P	221	Cl—Cl	199
C—S	181	O—S	151	P—F	156	Cl—Br	214
C—F	133	O—F	142	P—Cl	204	Cl—I	243
C—Cl	177	O—Cl	164	P—Br	222	Br—Br	228
C—Br	194	O—Br	172	P—I	243	Br—I	248
C—I	213	O—I	194			I—I	266
Multiple Bonds							
C=C	134	N=N	122	C=C	121	N=N	110
C=N	127	N=O	120	C=N	115	N=O	106
C=O	123	O ₂	121	C=O	113		

Gambar 2.10 Daftar panjang ikatan (bond length)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “Pengaruh Radiasi Mikrowave Telepon Seluler terhadap Kandungan Protein pada Daging Sapi” ini akan dilaksanakan mulai Desember 2013 sampai dengan Februari 2014 di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan sampel berupa daging sapi. Sebagai sumber radiasi digunakan empat Telepon Seluler dengan merk dan jenis yang sama yaitu Samsung dengan tipe GT-E1205T .

Untuk melakukan analisis kandungan protein digunakan bahan dan peralatan laboratorium yakni neraca digital, labu dekstruksi, tablet kjedahl, H_2SO_4 , NaOH 30%, aquades, reagen nesler, labu ukur, kertas saring, pipet ukur, corong, dan spektrofotometer UV-Vis.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yakni persiapan bahan dan alat, penyinaran daging sapi dengan radiasi gelombang elektromagnetik telepon seluler dan pengukuran kandungan protein daging sapi.

3.3.1 Persiapan Sampel

Tahapan ini berupa persiapan sampel daging sapi. Sampel daging dipotong dadu dengan dimensi 0,5 cm × 0,5 cm × 0,5 cm dengan massa 3 gram.

3.3.2 Proses Pemaparan Daging Sapi dengan menggunakan Radiasi Gelombang Mikrowave Telepon Seluler

Pada tahapan ini daging sapi yang sudah dipotong dadu dengan dimensi $0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm}$ dengan massa 3 gram diradiasi dengan radiasi gelombang Mikrowave telepon seluler dengan variasi lama paparan 50, 60, 70, 80 dan 90 menit, dan variasi jarak sumber radiasi 1.5, 5, 10, 15 dan 20 cm terhadap objek (daging sapi). Pada proses ini, keempat sumber radiasi gelombang mikrowave telepon seluler diletakkan dengan konfigurasi depan-belakang dan samping kiri-kanan seperti pada Gambar 3.1 . Setiap variasi lama paparan dan jarak sumber terhadap objek, data diambil sebanyak 3 kali perulangan.



Gambar 3.1 Konfigurasi Sumber Radiasi Mikrowave Telepon Seluler

3.3.3 Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi

Setelah proses pemaparan daging sapi dengan gelombang Mikrowave telepon seluler selesai, langkah selanjutnya adalah pengukuran kandungan protein daging sapi dengan menggunakan metode untuk menganalisis kandungan protein terlarut. Hal ini berdasarkan teori bahwa protein yang mengalami perubahan atau denaturasi sifat kelarutannya akan berkurang. Terdapat tiga tahapan dalam pengukuran kandungan protein yakni pembuatan larutan

protein yang akan diuji, pengukuran kandungan protein dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, kemudian perhitungan kandungan protein dengan menggunakan rumusan yang telah ada.

Tahapan pertama yaitu pembuatan larutan protein yang akan diuji kandungan proteinya, langkah pertama dimulai dengan ditimbang sampel daging yang telah diradiasi sebesar 0,4 - 0,6 gram, kemudian sampel dimasukkan ke dalam labu destruksi dan ditambahkan tablet kjehdahl sekitar 1 gram. Selanjutnya ditambah 15 ml H_2SO_4 dan dipanaskan selama ± 1 jam (ditunggu hingga warna berubah menjadi hijau kekuning-kuningan jernih), lalu pemanasan dihentikan dan ditunggu hingga dingin. Setelah larutan tersebut dingin, kemudian dinetralkan dengan NaOH 30% 60-70 ml, lalu disaring dan divolumekan sampai 100 ml. Larutan yang telah divolumekan tersebut kemudian diambil 1 ml dan dimasukkan ke labu ukur 10 ml, kemudian diencerkan kembali hingga tanda batas. Selanjutnya hasil pengenceran tersebut diambil 5 ml, dimasukkan ke tabung reaksi dan ditambahkan reagen nesler 0,5 ml, dan aquades 5 ml. Kemudian larutan tersebut siap diukur absorpsinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Pengukuran absorpsi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dimulai dengan disiapkannya larutan blanko berupa 3 ml etanol. Larutan blanko tersebut dimasukkan ke dalam kuvet quartz (kuvet quartz 2-4 ml). Larutan blanko dimasukkan dan diletakkan ke dalam *cell holder* pada spektrofotometer sebagai koreksi agar semua yang terbaca adalah absorpsi larutan daging. Dengan kata lain larutan blanko ini berfungsi sebagai pengontrol. Larutan daging yang sudah diradiasi dimasukkan kedalam *cell holder* pada spektrofotometer untuk selanjutnya akan diamati nilai absorpsinya. Nilai absorpsi larutan daging yang terbaca oleh spektrofotometer UV-Vis kemudian diolah guna mendapatkan nilai kandungan protein. Pengolahan data tersebut menggunakan rumusan yang telah ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Protein} = \frac{\frac{\text{abs}}{\text{slope}} \times \text{pengenceran} \times 100\% \times \text{fk}}{\text{berat bahan} \times 10^6} \quad (3-1)$$

Dimana:

abs = nilai absorpsi (nilai yang didapat dari hasil pengukuran dengan Spektrofotometer UV-Vis).

Pengenceran = 1000

Berat Bahan = 0,4 gr – 0,6 gr

nilai *slope* = 0.0586 (nilai ini didapatkan dari kurva baku larutan standart yang digunakan).

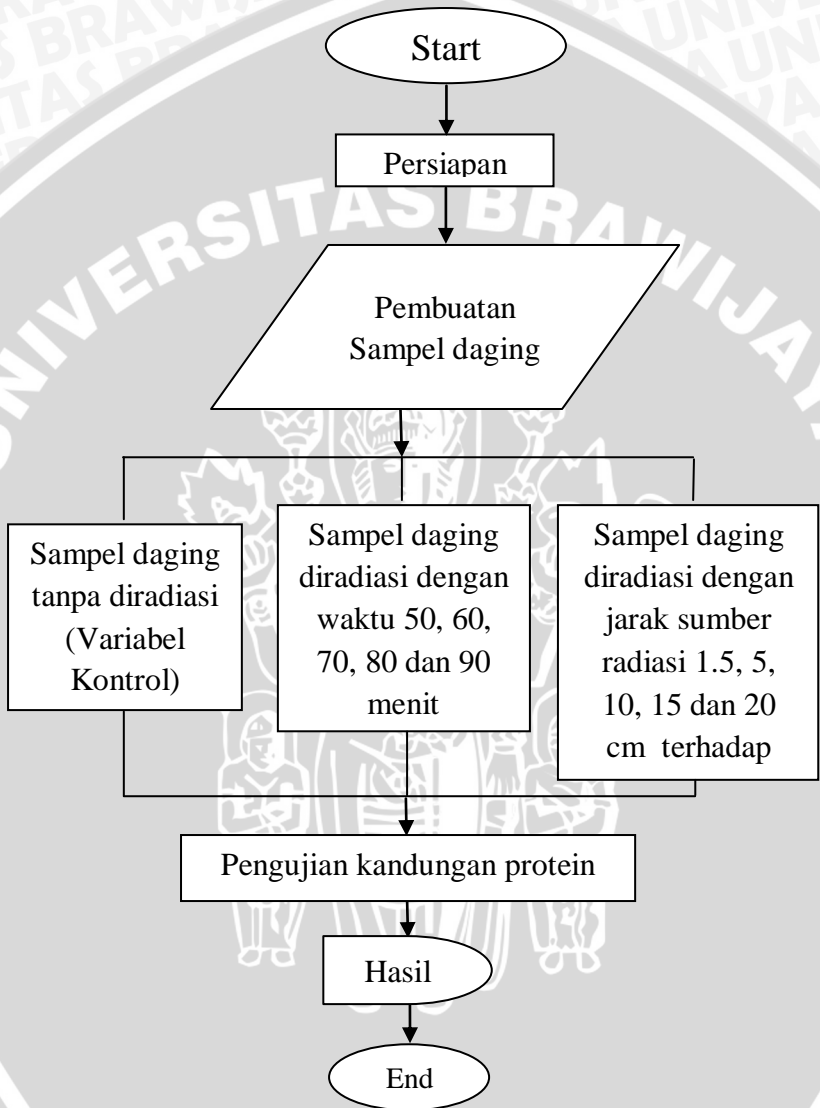
fk (faktor konversi) = 6,25 (berasal dari angka konversi serum albumin yang biasanya mengandung 16% nitrogen).

Dari hasil perhitungan tersebut, akan didapatkan perbedaan nilai kandungan protein daging sapi sebelum dan sesudah diradiasi.



Gambar 3.2 Spektrofotometer Uv-Vis tipe Spektronic-20

Secara keseluruhan tahapan penelitian dijelaskan pada diagram alur di bawah ini:



Gambar 3.2 Diagram alur penelitian

3.4 Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh, berupa kandungan protein daging sapi sebelum dan sesudah diradiasi dengan variasi lama paparan serta variasi jarak sumber terhadap objek, dimana untuk setiap variasi lama paparan dan jarak sumber terhadap objek dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak 3 kali. Maka selanjutnya data tersebut di rata-rata dengan menggunakan rumus

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3-2)$$

dimana :

\bar{x} adalah nilai rata-rata kandungan protein daging sapi

x_i adalah hasil pengukuran kandungan protein daging sapi ke- i

n adalah banyaknya pengulangan pengukuran

Kemudian dari rata-rata kandungan protein untuk setiap variasi lama paparan dan jarak sumber terhadap objek dibuat plot atau grafik. Selanjutnya dari plot tersebut dibuat *trendline* sesuai dengan sebaran datanya. Untuk grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi (baik sampel 1 maupun sampel 2) dan dengan kandungan protein daging sapi yang tidak rusak *trendline* yang digunakan adalah polinomial, karena *trendline* ini mampu menghasilkan nilai regresi (R^2) mendekati 1. Sedangkan grafik hubungan antara jarak sumber radiasi dengan kandungan protein yang rusak untuk mendapatkan nilai regresi (R^2) mendekati 1 digunakan *logaritmik trendline*.

Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan persentase kandungan protein yang rusak adalah dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ protein rusak} = \frac{(P_n - P_s)\%}{P_n\%} \times 100\% \quad (3-3)$$

dimana P_n adalah persentase kandungan protein daging sapi normal dan P_s adalah persentase kandungan protein daging sapi sampel.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

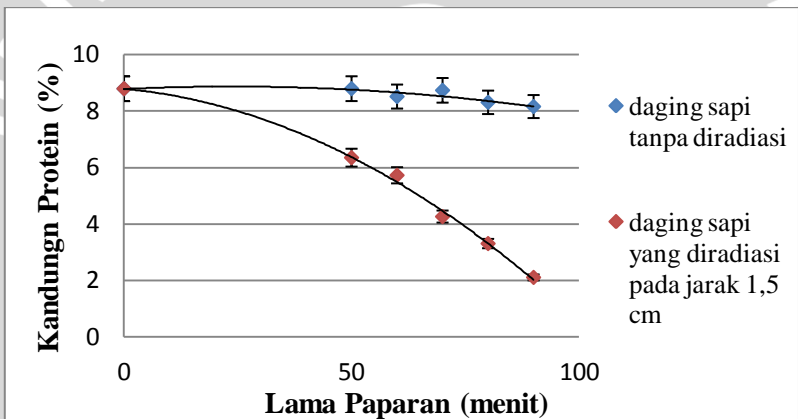


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilaksanakan untuk pengaruh lama paparan radiasi telepon seluler terhadap kandungan protein daging sapi untuk sampel 1 (Lampiran 1), diperoleh hasil yang direpresentasikan dalam Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi untuk sampel 1(Lampiran 1).

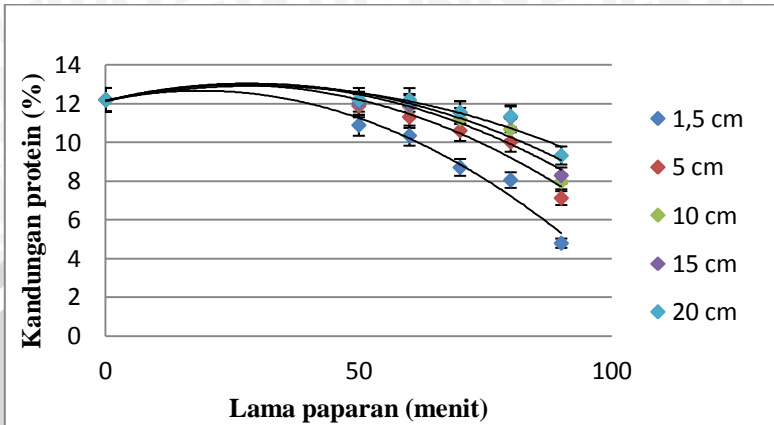
Dari grafik Gambar 4.1 dapat diketahui bahwasanya lama paparan radiasi telepon seluler berpengaruh terhadap penurunan kandungan protein daging sapi, semakin lama waktu paparan radiasi telepon seluler maka kandungan protein daging sapi semakin menurun sehingga dapat dikatakan kandungan protein daging sapi berbanding terbalik dengan lama paparan radiasi telepon seluler. Hal ini disebabkan adanya hubungan antara lama paparan dengan intensitas radiasi yang dipancarkan oleh telepon seluler. Semakin

lama objek berada didalam medan radiasi telepon seluler semakin besar intensitas radiasi yang diterima oleh objek, sehingga kandungan protein daging sapi menurun seiring bertambahnya lama waktu paparan. Grafik di atas menggunakan persamaan garis polinomial, karena tren yang digunakan mampu menghasilkan nilai Regresi mendekati 1. Nilai Regresi (R^2) menunjukkan keakuratan data secara statistik. Persamaan grafik yang dihasilkan dan nilai R^2 dari Gambar 4.1 ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Tabel persamaan garis dan nilai R^2 dari Gambar 4.1

Keadaan	Persamaan garis (y)	R^2
daging sapi tanpa diradiasi	$y = -0,0002x^2 + 0,0077x + 8,7744$	0,8124
daging sapi yang diradiasi dengan jarak 1,5 cm	$y = -0,0007x^2 - 0,0147x + 8,784$	0,9963

Hubungan antara nilai kandungan protein daging sapi (y) yang berbanding terbalik dengan lama paparan (x) juga dijelaskan pada Tabel 4.1, dimana persamaan garis yang sesuai dengan keadaan diatas adalah persamaan garis yang kedua . Gambar 4.1 menunjukkan bahwasanya pada daging sapi tanpa diradiasi dan dibiarkan di ruang terbuka dari $t = 50$ sampai $t = 90$, nilai kandungan proteinya mendekati stabil atau konstan. Sedangkan untuk daging sapi yang diradiasi dengan lama paparan $t = 50$ sampai $t = 90$, nilai kandungan proteinya semakin lama semakin menurun. Untuk grafik sampel 2 (Lampiran 2) ditunjukkan pada Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi untuk sampel 2 (Lampiran 1).

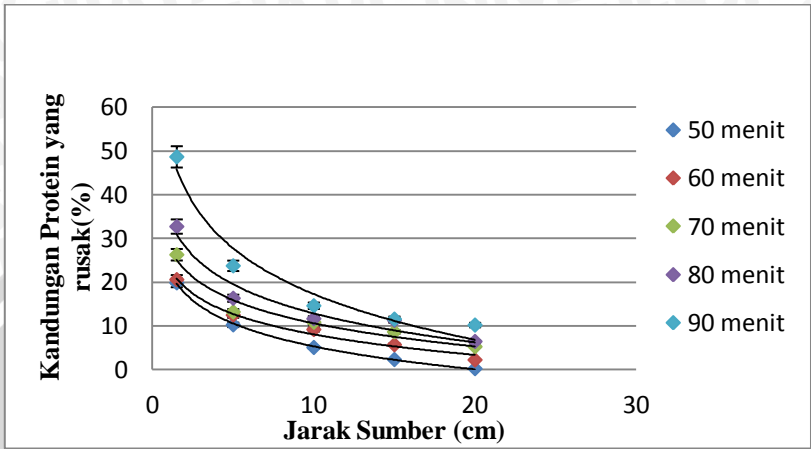
Berdasarkan grafik pada Gambar 4.2 terlihat bahwasanya terdapat pengaruh lama paparan terhadap penurunan kandungan protein daging sapi untuk sampel 2 (Lampiran 1). Sehingga dapat dikatakan kandungan protein daging sapi berbanding terbalik dengan lama paparan radiasi telepon seluler. Hal ini disebabkan adanya hubungan antara lama paparan dengan intensitas radiasi yang dipancarkan oleh telepon seluler. Semakin lama objek berada didalam medan radiasi telepon seluler semakin besar intensitas radiasi yang diterima oleh objek, sehingga kandungan protein daging sapi menurun seiring bertambahnya lama waktu paparan. Grafik di atas menggunakan persamaan garis polinomial, karena tren yang digunakan mampu menghasilkan nilai Regresi mendekati 1. Dan nilai Regresi R^2 menunjukkan keakuratan data secara statistik. Persamaan grafik yang dihasilkan dan nilai R^2 dari Gambar 4.2 ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Tabel persamaan garis dan nilai R^2 dari Gambar 4.2

Jarak Sumber Radiasi	Persamaan garis (y)	R^2
1,5 cm	$y = -0,0014x^2 + 0,0545x + 12,161$	0,9671
5 cm	$y = -0,0013x^2 + 0,0641x + 12,154$	0,9335
10 cm	$y = -0,0012x^2 + 0,0646x + 12,141$	0,9002
15 cm	$y = -0,0011x^2 + 0,062x + 12,124$	0,9073
20 cm	$y = -0,0009x^2 + 0,0512x + 12,162$	0,8838

Terlihat jelas pada grafik Gambar 4.2 semakin dekat jarak bahan terhadap sumber, semakin sedikit kandungan proteinya. Hal ini disebabkan intensitas radiasi yang diterima bahan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak sumbernya.

Grafik selanjutnya adalah grafik hubungan antara Jarak Sumber Radiasi dengan kandungan protein daging sapi yang rusak untuk sampel 2 (Lampiran 1). Ulum (2008) menyatakan bahwa radiasi dipancarkan dari sumber radiasi ke segala arah. Semakin dekat bahan dengan sumber radiasi maka paparan radiasi yang diterima akan semakin besar. Paparan radiasi sebagian akan menjadi pancaran hamburan saat mengenai materi. Radiasi hamburan ini akan menambah jumlah dosis radiasi yang diterima. Untuk mencegah paparan radiasi tersebut dapat dilakukan dengan menjaga jarak pada tingkat aman dari sumber radiasi. Faktor jarak berkaitan erat juga dengan Intensitas (I) radiasi. Intensitas radiasi pada suatu titik akan berkurang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara titik tersebut dengan sumber radiasi (Susilowati dkk, 2011).



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Jarak Sumber Radiasi dengan kandungan protein daging sapi yang rusak untuk sampel 2 (Lampiran 1).

Grafik Gambar 4.3 menjelaskan bahwasannya terjadi penurunan pada kandungan protein yang rusak seiring bertambahnya jarak sumber radiasi telepon seluler terhadap bahan. Hal ini dikarenakan intensitas radiasi telepon seluler yang diserap oleh bahan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak sumber radiasi, semakin jauh jarak sumber radiasi terhadap bahan maka semakin kecil intensitas radiasi yang diterima oleh bahan sehingga kerusakan protein pada bahan berkurang. Grafik menggunakan persamaan logaritmik, karena persamaan garis ini dapat menjelaskan hubungan antara intensitas dengan jarak sumber yaitu $I \sim \frac{1}{r^2}$. Persamaan grafik yang dihasilkan dan nilai R^2 dari Gambar 4.3 ditampilkan pada Tabel 4.3 berikut:

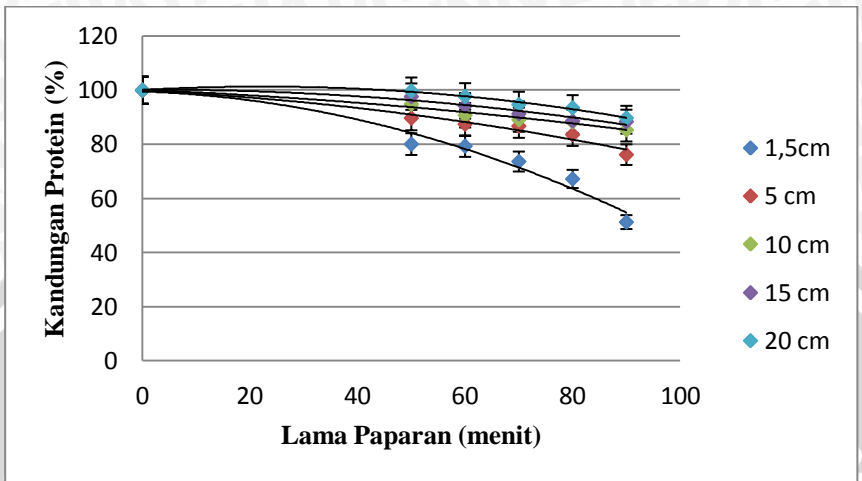
Tabel 4.3 Tabel persamaan garis dan nilai R^2 dari Gambar 4.3.

Lama Paparan	Persamaan garis (y)	R^2
50 menit	$y = -7,571\ln(x) + 22,765$	0,9991
60 menit	$y = -6,751\ln(x) + 23,611$	0,9856
70 menit	$y = -7,64\ln(x) + 28,2$	0,9613
80 menit	$y = -9,569\ln(x) + 34,906$	0,952
90 menit	$y = -15,08\ln(x) + 52,028$	0,9585

Pada grafik Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh lama paparan terhadap kandungan protein daging sapi. Semakin lama paparannya semakin banyak protein yang rusak. Pengaruh lama paparan terhadap protein daging sapi dibuktikan dengan penurunan grafik yang sangat curam terjadi pada grafik dengan lama paparan 90 menit.

Grafik selanjutnya adalah grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi yang tidak rusak untuk sampel 2. Pada grafik Gambar 4.4 menggunakan persamaan garis polinomial, karena persamaan garis polinomial selain dapat menjelaskan hubungan antara kandungan protein yang tidak rusak dengan lama paparan yaitu $\frac{1}{x}$, tren yang digunakan mampu menghasilkan nilai Regresi mendekati 1.

Hubungan antara kandungan protein berbanding terbalik dengan lama paparan karena intensitas radiasi yang diterima oleh bahan semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu lama paparan, sehingga kandungan protein yang tidak rusak semakin sedikit.



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara lama paparan radiasi dengan kandungan protein daging sapi yang tidak rusak untuk sampel 2 (Lampiran 1).

Persamaan grafik yang dihasilkan dan nilai R^2 dari Gambar 4.4 ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Tabel persamaan garis dan nilai R^2 dari Gambar 4.4

Jarak Sumber Radiasi	Persamaan garis (y)	R^2
1,5 cm	$y = -0,0048x^2 - 0,0687x + 99,479$	0,9622
5 cm	$y = -0,0016x^2 - 0,0946x + 99,777$	0,9618
10 cm	$y = -0,0009x^2 - 0,0841x + 100,09$	0,974
15 cm	$y = -0,0016x^2 + 0,0034x + 100,19$	0,9453
20 cm	$y = -0,0025x^2 + 0,1113x + 100,04$	0,9847

4.2 Pembahasan

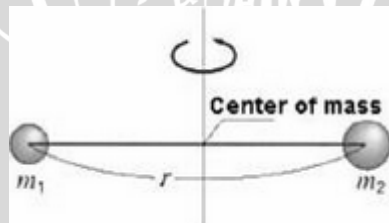
Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data mengenai pengaruh lama paparan dan pengaruh jarak sumber radiasi terhadap kandungan protein daging sapi. Data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk Tabel 1 Lampiran 1. menyajikan nilai kadar protein yang diamati pada dua keadaan yang berbeda, yaitu daging sapi tanpa diradiasi (variabel kontrol) dan daging sapi diradiasi dengan lama paparan 50, 60, 70, 80, dan 90 menit dengan jarak yang sama yaitu 1,5 cm. Dan Tabel 1 merupakan data uji pedahuluan, dimana hal tersebut dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh lama paparan dengan range yang telah ditentukan terhadap perubahan kandungan protein daging sapi, supaya tidak terjadi kesalahan untuk penelitian selanjutnya. Sedangkan untuk Tabel 2 Lampiran 1. menyajikan nilai kadar protein yang diamati pada tiga keadaan yang berbeda, yaitu daging sapi tanpa diradiasi (variabel kontrol), daging sapi dengan lama paparan 50, 60, 70, 80 dan 90 menit serta daging sapi dengan jarak sumber radiasi 1.5 (jarak terdekat), 5, 10, 15 dan 20 cm terhadap bahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan nilai kandungan protein daging sapi dipengaruhi oleh lama paparan dan jarak sumber radiasi gelombang mikrowave telepon seluler. Perubahan nilai kandungan protein yang dipengaruhi oleh lama paparan radiasi gelombang mikrowave telepon seluler terbukti dengan adanya penurunan persentase dari keadaan normal seiring dengan bertambahnya waktu lama paparan. Sedangkan perubahan nilai kandungan protein yang dipengaruhi oleh jarak sumber radiasi terbukti dengan adanya penurunan persentase kandungan protein yang rusak seiring dengan bertambahnya jarak sumber radiasi gelombang mikrowave telepon seluler.

Penurunan nilai kandungan protein daging sapi akibat lama paparan radiasi gelombang mikrowave telepon seluler yang ditampilkan dalam bentuk grafik Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan

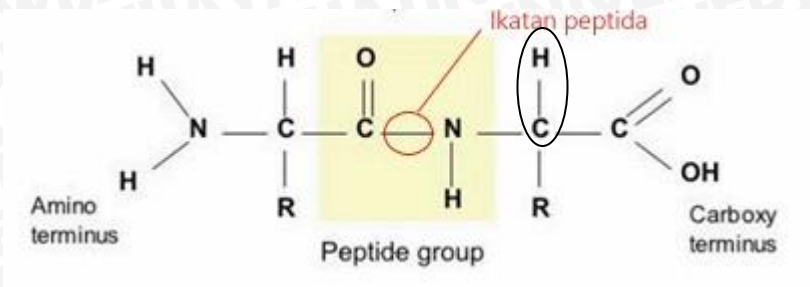
Gambar 4.4 disebabkan oleh semakin lamanya bahan (daging sapi) berada di medan radiasi gelombang mikrowave telepon seluler semakin besar intensitas atau energi radiasi yang terserap olehnya. Energi radiasi gelombang microwave telepon seluler yang diserap oleh bahan akan menyebabkan peningkatan temperatur pada molekul-molekul penyusun bahan. Semua energi radiasi yang terserap akan muncul dalam bentuk panas karena pada molekul-molekul penyusun bahan terjadi peningkatan rotasi antar atom (Day dan Underwood, 2002).

Setiap molekul memiliki energi internal yang berbeda-beda. Energi internal molekul merupakan total energi translasi, rotasi dan vibrasi. Apabila suatu senyawa menyerap radiasi gelombang mikrowave, maka tingkatan energi didalam molekul akan tereksitasi ketinggian energi yang lebih tinggi, sesuai dengan tingkatan energi yang diserap. Maka yang akan terjadi adalah perubahan energi rotasi molekul. Gambar 4.5 merupakan gambar rotasi antar molekul.



Gambar 4.5 Rotasi Antar Molekul

Gambar di atas merupakan gambar rotasi yang terjadi pada molekul diatomik secara umum. Protein merupakan senyawa biokimia yang tersusun dari polipeptida. Dalam struktur protein terdapat banyak atom yang saling berikatan satu dengan yang lainnya, sehingga banyak pula gerakan rotasi antar atom yang terjadi didalamnya. Berikut merupakan bagian umum dari struktur protein.

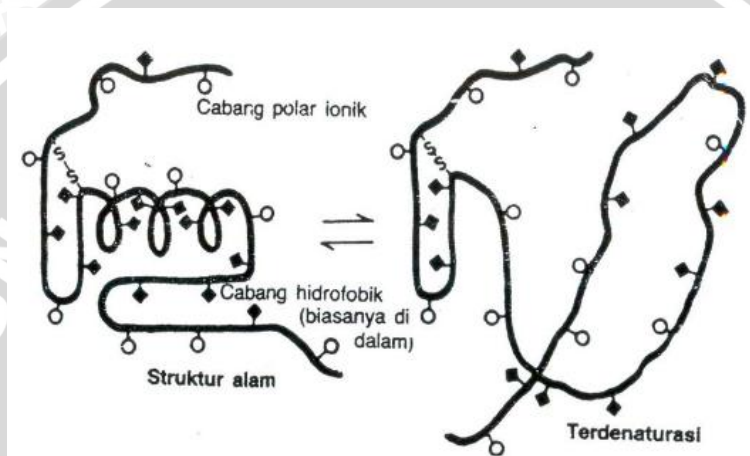


Gambar 4.6 Struktur umum molekul protein

Pada gambar di atas, ikatan yang dilingkari merupakan ikatan terluar yang memiliki energi ikat yang lebih kecil dibanding dengan ikatan terluar lainnya. Apabila ikatan C dan H tersebut berinteraksi dengan radiasi microwave telepon seluler dengan energi yang lebih besar dari pada energi ikat antar atom, maka akan terjadi pelepasan ikatan atom H dari ikatannya. Terlepasnya atom H akan berakibat pada fungsi umum dari protein daging sapi karena struktur protein tersebut sudah kehilangan satu atau lebih ikatan atomnya (Uversky, 2007).

Hasil perhitungan pada lampiran 3 didapatkan energi ikat pada ikatan atom terluar yaitu H-N sebesar $5,8831 \times 10^{-29} \text{ j}$ atau $3,677 \times 10^{-10} \text{ eV}$ dan C-H sebesar $0,606 \times 10^{-29} \text{ j}$ atau $0,379 \times 10^{-10} \text{ eV}$. Sedangkan energi radiasi gelombang microwave telepon seluler adalah $7,45 \times 10^{-6} \text{ eV}$. Hasil perhitungan menunjukkan bahwasanya energi radiasi lebih besar dari pada energi kedua pasang ikatan atom tersebut, dan diantara kedua pasang ikatan atom yang memiliki energi terkecil adalah ikatan antar atom C dengan H. Sehingga radiasi gelombang microwave yang mengenai daging sapi akan berinteraksi dengan ikatan atom C-H pada struktur proteinya. Apabila energi radiasi diberikan secara terus menerus maka akan menyebabkan atom H banyak terlepas dari ikatannya dan mengakibatkan denaturasi protein. Denaturasi protein merupakan suatu proses perubahan struktur protein tanpa adanya pemutusan

ikatan kovalen. Dalam proses ini, terjadi pemutusan ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukannya lipatan molekul protein. Protein yang terdenaturasi akan menurunkan aktivitas biologinya dan berkurang kelarutannya (Sumardjo, 2006). Berikut Gambar 4.7 menunjukkan sketsa proses denaturasi protein.



Gambar 4.7 Sketsa Proses Denaturasi Protein

Dari hasil penelitian yang ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kandungan protein daging sapi juga dipengaruhi oleh jarak sumber radiasi terhadap bahan. Penurunan kandungan protein yang rusak terjadi seiring bertambahnya jarak sumber, atau dapat dikatakan bahwa semakin jauh jarak sumber terhadap bahan semakin sedikit kemungkinan protein daging sapi yang rusak. Hal tersebut dikarenakan intensitas radiasi yang diterima bahan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak. Seperti pada pernyataan Mahardika (2009), bahwasanya intensitas radiasi yang diterima oleh benda-benda tersebut bervariasi tergantung posisi benda tersebut dari sumber radiasi. Secara matematis, intensitas radiasinya dirumuskan sebagai:

$$I = \frac{P}{A} \quad (4-1)$$

dimana I adalah besar intensitas radiasi ($\frac{W}{m^2}$), P adalah besar daya yang diterima (W) dan A adalah luas permukaan yang ditembus oleh suatu radiasi (m^2). Jika radiasi tersebut bersifat omnidirectional, maka intensitas radiasi yang diterima akan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara benda yang menerima radiasi dengan sumber radiasi, $I \sim \frac{1}{r^2}$. Semakin besar jarak dengan sumber, maka intensitas radiasi akan semakin berkurang, semakin dekat dengan sumber radiasi maka intensitas yang diterima akan semakin besar.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penurunan persentase kandungan protein daging sapi terbesar terjadi pada lama paparan 90 menit dan jarak sumber radiasi 1,5 cm terhadap objek. Hal tersebut membuktikan bahwa lama paparan dan jarak sumber radiasi berpengaruh terhadap kandungan protein daging sapi

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan variasi jarak yang lebih jauh supaya diketahui jarak teraman dalam penggunaan telepon seluler. Selain itu juga perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan tipe telepon seluler (HP) yang berbeda, supaya dapat diketahui tipe HP mana yang lebih aman untuk dioperasikan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

Aberle, E. D., J. C. Forrest., D. E. Gerrard dan E. W. Mills. 2001. Principles of Meat. Science. Hunt Publishing Company. Iowa.

Arief, Mohammad. 2012. Pengendalian Bahaya Radiasi Elektromagnetik Ditempat Kerja. Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Program Studi Kesehatan Masyarakat.

Badan Standarisasi Nasional. 1995. Standar Daging Sapi atau Kerbau. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.

Boel, trelia.2009. dental radiologi:prinsip dan teknik. USU Press. Medan.

Dasdag S, Zulkur AM, Aksen F, Yilmaz F, Bashan M, Dasdag MM, et al. Whole body exposure of rats to microwave emitted from a cell phone does not affect the testes. Bioelectromagnetics.

Day, R.A. dn A. L. Underwood. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Erlangga. Jakarta

Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge dan R. A. Merkel. 1975. Principles of meat science. W. H. Freeman and company. San Fransisco.

Frankel, F. N. 1983. Recent Advances in the Chemistry of Rancidity of Fats. Illinois, Northem Regional Research Center, Agric. Res. Service Dept Agric.

Ganes, P. Duhita. 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Buah Delima Merah (*Punica granatum L.*) terhadap Jumlah Sel Spermatid dan Diameter Tubulus Seminiferus pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang Dipapar Gelombang Elektromagnetik Ponsel. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hal. 1.

Geutreu, Ronald dan Wiliam savin. 2006. Schaum's Outlines Fisika Modern *Edisi Kedua*. Erlangga. Jakarta.

Haryanto, T. 2011. Pengembangan Hidden Semi Markov Model Dengan Distribusi Durasi State Empiris Untuk Prediksi Struktur Sekunder Protein. IPB. Bogor.

Lawrie, R. A. 1995. Ilmu Daging. Terjemahan A. Parakkasi. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Li Ivanov, Yu M Platov.2004. Radiation Physics of Metals and Its Applications. Cambridge International Science Publishing .

Mahardika, I Putu. 2009. Efek Radiasi Gelombang Elektromagnetik Pada Ponsel.<http://mahardikaholic.files.wordpress.com/2009/12/efek-radiasi-gelombang-elektromagnetik-pada-ponsel.pdf>. Tanggal Akses 28 Agustus 2013.

Muchtadi, T. R dan Sugiono. 1992. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Proboyekti, Umi. 2013. Pengantar Teknologi Informasi. ITB. Bandung

Sumardjo, Damin. 2006. Pengantar kimia: Buku panduan kuliah mahasiswa kedokteran dan program strata I fakultas Bioeksata. EGC. Jakarta.

Sutyarso. 2010. Hubungan antara lama menggunakan ponsel dengan jumlah dan kualitas spermatozoa pada laki2 fertil. Fak. MIPA Universitas Lampung. Hal. 2.

Uversky, Vladimir. N. 2007. Conformation Stability, Size, Shape and Surface of Protein Molekular. Nova Science. New York.

Yuwono, Triwibowo. 2008. Biologi Molekuler. Erlangga. Jakarta. 2003;24:182-8.

Wordpress^a.2008.AnalisisProtein.<http://rgmaisyah.files.wordpress.com/2008/12/analisis-protein.pdf>. Tanggal Akses 28 Agustus 2013

Wordpress^b.2010.Bagian-bagian ternak potong.<http://zoelonline.files.wordpress.com/2010/01/bagian-bagian-ternak-potong1.jpg?w=600>. Tanggal Akses 30 Agustus 2013.

Wordpress^c.2011.Spektrum Gelombang Elektromagnetik.<http://fisikaman1ubud.files.wordpress.com/2011/03/73584.jpg>. Tanggal Akses 2 September 2013



Halaman ini sengaja dikosongkan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

Tabel. 1 Data Hasil Penelitian untuk sampel 1.

Lama paparan (menit)	Kandungan Protein (%)	
	daging sapi tanpa diradiasi	daging sapi yang diradiasi dengan jarak 1,5 cm
0	8,7778	8,7778
50	8,7778	6,337
60	8,4988	5,7137
70	8,7198	4,2535
80	8,2948	3,2986
90	8,1457	2,1009

Tabel 2. Data Hasil Penelitian untuk sampel 2.

Lama paparan (menit)	Jarak (cm)	Kandungan Protein (%)			
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
normal		13,216	14,247	13,353	13,605
50	1,5	11,275	10,668	10,755	10,8989
	5	11,512	10,755	11,707	11,9009
	10	12,042	11,598	11,907	12,0154
	15	11,437	13,507	10,811	12,0272
	20	12,473	11,267	13,138	12,2118
normal		10,508	14,285	14,366	13,053
60	1,5	10,024	11,550	9,505	10,3594
	5	12,106	10,849	12,747	11,3246
	10	13,218	12,825	10,003	11,8487

	15	13,990	10,969	11,122	11,9181
	20	12,231	11,470	12,915	12,2056
normal		11,477	11,581	12,443	11,834
70	1,5	7,196	8,568	10,393	8,71912
	5	11,102	11,985	8,761	10,6159
	10	9,817	11,061	12,805	11,2276
	15	12,021	11,247	10,645	11,5543
	20	11,269	11,468	11,338	11,5648
normal		12,225	13,191	10,563	11,993
80	1,5	8,370	7,138	8,683	8,06377
	5	10,357	11,782	7,950	10,0297
	10	9,034	12,224	10,803	10,6869
	15	12,215	11,823	10,624	11,3041
	20	10,790	11,510	12,394	11,3583
normal		8,077	10,579	9,421	9,359
90	1,5	5,709	5,806	2,891	4,80173
	5	9,419	5,772	6,207	7,13277
	10	9,305	7,030	7,627	7,9874
	15	7,500	8,495	8,902	8,29898
	20	9,812	9,235	8,952	9,33288

Tabel 3. Hubungan Lama paparan dengan kandungan protein daging sapi (sampel 2)

Jarak (cm)/ Lama Paparan (menit)	kandungan protein (%)					
	0	50	60	70	80	90
1,5	12,213	10,899	10,359	8,7191	8,0638	4,802
5	12,213	11,901	11,325	10,616	10,03	7,133
10	12,213	12,015	11,849	11,228	10,687	7,987
15	12,213	12,027	11,918	11,554	11,304	8,299
20	12,213	12,212	12,206	11,565	11,358	9,333

Tabel 4. Hubungan Jarak sumber dengan protein yang rusak (saampel 2)

Jarak (cm)/ Lama Paparan (menit)	kandungan protein yang rusak (%)				
	50	60	70	80	90
1,5	19,892	20,635	26,321	32,762	48,693
5	10,293	12,528	13,241	16,369	23,786
10	5,1235	9,2251	10,89	11,686	14,654
15	2,3625	5,7432	8,6933	11,325	11,6
20	0,2777	2,2739	5,2911	6,4911	10,243

Tabel 5. Hubungan lama paparan dengan kandungan protein yang tidak rusak (sampel 2)

Jarak (cm)/ Lama Paparan (menit)	kandungan protein yang tidak rusak (%)					
	0	50	60	70	80	90
1,5	100	80,108	79,365	73,679	67,238	51,307
5	100	89,707	87,472	86,759	83,631	76,214
10	100	94,876	90,775	89,11	88,314	85,346
15	100	97,637	94,257	91,307	88,675	88,4
20	100	99,722	97,726	94,709	93,509	89,757

Lampiran 3. Energi ikat antar atom terluar pada struktur protein daging sapi.

a) Energi ikat ${}^1H-{}^{14}N$

$$\text{Massa atom H} = \frac{1}{6,023 \times 10^{23}} \text{ gr} = 0,166 \times 10^{-23} \text{ gr}$$

$$\text{Massa atom N} = \frac{14}{6,023 \times 10^{23}} \text{ gr} = 2,324 \times 10^{-23} \text{ gr}$$

Jika :

$$M = \frac{m_H \cdot m_N}{m_H + m_N} = \frac{(0,166 \times 10^{-23} \text{ gr}) \times (2,324 \times 10^{-23} \text{ gr})}{0,166 \times 10^{-23} \text{ gr} + 2,324 \times 10^{-23} \text{ gr}} = 0,1549 \times 10^{-23} \text{ gr}$$

$$d (\text{panjang ikatan}) = 1,01 \text{ \AA} = 1,01 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

maka,

$$E = \frac{h^2}{Md^2} = \frac{(1,05 \times 10^{-34})^2 \text{ J.s}}{(0,1549 \times 10^{-23} \text{ gr})(1,01 \times 10^{-8} \text{ cm})^2} = 5,8831 \times 10^{-29} \text{ J}$$

$$= \frac{5,8831 \times 10^{-29}}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ ev} = 3,677 \times 10^{-10} \text{ ev}$$

b) Energi ikat ${}_{12}\text{C}-{}_{1}\text{H}$

$$\text{Massa atom C} = \frac{12}{6,023 \times 10^{23}} \text{ gr} = 1,992 \times 10^{-23} \text{ gr}$$

$$\text{Massa atom H} = \frac{1}{6,023 \times 10^{23}} \text{ gr} = 0,166 \times 10^{-23} \text{ gr}$$

Jika :

$$M = \frac{m_C \cdot m_H}{m_C + m_H} = \frac{(1,992 \times 10^{-23} \text{ gr}) \times (0,166 \times 10^{-23} \text{ gr})}{1,992 \times 10^{-23} \text{ gr} + 0,166 \times 10^{-23} \text{ gr}} = 1,533 \times 10^{-23} \text{ gr}$$

$$d \text{ (panjang ikatan)} = 1,09 \text{ \AA} = 1,09 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

maka,

$$E = \frac{h^2}{Md^2} = \frac{(1,05 \times 10^{-34})^2 \text{ J.s}}{(1,533 \times 10^{-23} \text{ gr})(1,09 \times 10^{-8} \text{ cm})^2} = 0,606 \times 10^{-29} \text{ J}$$
$$= \frac{0,606 \times 10^{-29}}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 0,379 \times 10^{-10} \text{ eV}$$

Lampiran 4. Perhitungan Energi Radiasi Gelombang Microwave Telepon Seluler terhadap Daging Sapi.

Diketahui:

$$f = 1800 \text{ MHz} = 1800 \times 10^6 \text{ Hz} = 1,8 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$h = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{det}$$

Ditanya: E ..?

Solusi:

$$E = hf$$

$$= (4,136 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{det}) \times (1,8 \times 10^9 \text{ Hz})$$

$$= 7,45 \times 10^{-6} \text{ eV} = 7,45 \text{ } \mu\text{eV}$$