

**PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KADAR
PROTEIN, LEMAK DAN RADIKAL BEBAS DAGING SAPI
(*Bos Taurus*)**

SKRIPSI

Oleh:

MAMLUATUL HASANAH

NIM. 14640013



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KADAR
PROTEIN, LEMAK DAN RADIKAL BEBAS DAGING SAPI
(*Bos Taurus*)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**Mamluatul Hasanah
NIM. 14640013**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KADAR
PROTEIN, LEMAK, DAN RADIKAL BEBAS DAGING SAPI
(*Bos Taurus*)**

SKRIPSI

Oleh:

Mamluatul Hasanah
NIM. 14640013

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada tanggal,.....,2019

Pembimbing I



Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si
NIP. 19641211 199111 1 001

Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003



Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

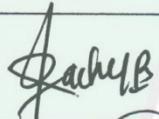
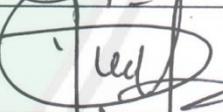
HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KADAR
PROTEIN, LEMAK, DAN RADIKAL BEBAS DAGING SAPI
(*Bos Taurus*)**

SKRIPSI

Oleh:
Mamluatul Hasanah
NIM. 14640013

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Mmemperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal:.....

Penguji Utama	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	
Ketua Penguji	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si.</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 1990



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mamluatul Hasanah

NIM : 14640013

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kadar Protein, Lemak, dan Radikal Bebas Daging Sapi (*Bos Taurus*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang,

Yang Membuat Pernyataan,



Mamluatul Hasanah

NIM. 14640013

MOTTO

MANUSIA BISA BERENCANA, TAPI ALLAH YANG ATUR SEGALANYA
CUKUP USAHAKAN YANG TERBAIK
DAN SYUKURI APA YANG TERJADI



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Allah SWT atas segala hidayah dan inayah-Nya

Abi Drs. Amir Hamzah dan Umi Dra. Rabiaturun serta adikku Moh. Athif Athaillah yang tak mengenal lelah untuk semua rapalan doa dan suntikan semangat yang diberikan

Imam keluarga kecilku Farisi Al-Hasany yang setia menemani dan teruntuk Moh. Sofyan Shiddiqy Al-Hasany yang sejak dalam kandungan tidak pernah mengeluh meski harus menemani ibunya yang berjuang untuk bisa menyelesaikan skripsi ini

Untuk bapak Indra Mustika yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga Penulis bisa menyelesaikan studi dan mampu memberikan karya sederhana ini

Para dosen dan pembimbing yang telah memberikan kritik, saran dan masukan guna menjadikan Penulis lebih baik di masa depan

Kedua pembimbing bapak Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si dan Bapak Rindi Panca Tanhindarto, M.Si yang telah suka rela memberikan ilmu dan bimbingannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya yang sederhana ini.

Semua teman-teman Fisika angkatan 14, Sigma, Inayah, Athiyah, Andin, Ida, Hima, Mayang, Indana, Aulia dan lain sebagainya yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih selalu memberikan dukungan semangatnya yang luar biasa

Adek tingkat Fisika, Qolbi dan Risma, yang selalu memberikan semangat dari awal sampai akhir sehingga Karya sederhana ini terselesaikan.

Teman kamar mabna FAZA 04 Zulifah Noviandari yang membuka lebar pintu kosnya selama masa melanjutkan skripsi yang sempat tertunda.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi besar Muhammad SAW serta para keluarga, sahabat, dan para pengikutnya. Atas ridho dan Kehendak Allah Swt, Penulis Dapat Menyelesaikan Skripsi Yang Berjudul **Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kadar Protein, Lemak, Dan Radikal Bebas Daging Sapi (*Bos Taurus*)** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika yang telah banyak meluangkan waktu, nasehat dan Inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan Skripsi.
4. Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Fisika yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya dan memberikan bimbingan, bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing Integrasi, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al Qur'an serta Hadits.
6. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing dan memberikan pengarahan serta membantu selama proses perkuliahan.

7. Kedua orang tua dan semua keluarga yang telah memberikan dukungan, restu, serta selalu mendoakan disetiap langkah penulis.
8. Teman-teman dan para sahabat terima kasih atas kebersamaan dan persahabatan serta pengalaman selama ini
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat, tambahan ilmu dan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Malang, 16 Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Radiasi Gamma	6
2.1.1 Radiasi Gamma	6
2.1.2 Pembelokan Partikel Alfa dan Beta	9
2.1.3 Sinar Gamma Berdasarkan Al-Qur'an	10
2.2 Interaksi Radiasi Gamma dengan Materi	11
2.3 Pengaruh Radiasi Gamma terhadap Protein, Lemak dan Radikal Bebas Daging	14
2.4 Daging Sapi	16
2.5 Protein	19
2.5.1 Pengertian Protein	19
2.5.2 Uji Kadar Protein	21
2.6 Lemak	22
2.7 Radikal Bebas	26
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.3. Rancangan Penelitian	33
3.3.1 Cara Kerja Penelitian	33
3.3.2 Diagram Alir	35
3.3.3 Penyinaran Radiasi Gamma	36
3.3.4 Pengukuran Kadar Protein Metode Biuret	37
3.3.5 Pengukuran Kadar Lemak Metode Ekstraksi Soxhlet	37
3.3.6 Pengukuran Kadar Radikal Bebas Metode ESR	38
3.3.7 Teknik Pengolahan Data	39
3.3.8 Analisis Data	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Data Hasil Penelitian	40
4.1.1 Iradiasi Gamma	40
4.1.2 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein	41
4.1.3 Data Hasil Pengukuran Kadar Lemak	51
4.1.4 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas	53
4.2 Pembahasan	65
4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an	70
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembelokan Sinar Alfa dan Beta	9
Gambar 2.2	Efek Fotolistrik	12
Gambar 2.3	Efek Compton	13
Gambar 2.4	Pembentukan Pasangan	14
Gambar 2.5	Tahapan Peroksida Lipida	15
Gambar 2.6	Formula Struktur Asam Amino	20
Gambar 2.7	Tulang Punggung Molekul Protein	20
Gambar 2.8	Reaksi Hidrolisa Lemak	23
Gambar 2.9	Alat Ekstraksi Soxhlet	25
Gambar 2.10	Spektrum Resonansi DPPH	30
Gambar 2.11	Reaksi DPPH dengan Antioksidan	30
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3.2	Iradiator Gamma Cell 220	36
Gambar 3.3	Tempat Sampel dan Sumber Radiasi Iradiator Gamma Cell 220	37
Gambar 4.1	Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Segar	42
Gambar 4.2	Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Jemur	44
Gambar 4.3	Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Oven	46
Gambar 4.4	Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Freezed Dry	48
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Data Kadar Protein dari Masing-masing Perlakuan	49
Gambar 4.6	Grafik Data Kadar Lemak Daging Sapi Segar	52
Gambar 4.7	Resonansi Sampel Kontrol	54
Gambar 4.8	Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Segar	55
Gambar 4.9	Spektrum Resonansi Daging Sapi Segar	56
Gambar 4.10	Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Jemur	58
Gambar 4.11	Spektrum Resonansi Daging Sapi Jemur	59
Gambar 4.12	Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Oven	60
Gambar 4.13	Spektrum Resonansi Daging Sapi Oven	61
Gambar 4.14	Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Freezed Dry	63
Gambar 4.15	Spektrum Resonansi Daging Sapi Freezed Dry	63
Gambar 4.16	Grafik Data Radikal Bebas Semua Perlakuan	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Gizi Daging ayam, domba, sapi, kambing dan babi	18
Tabel 2.2	Komposisi Asam Amino Essensial Daging Sapi	18
Tabel 2.3	Komposisi Kimia Daging Sapi	18
Tabel 2.4	Kandungan Lemak dan Kolesterol pada Bagian Daging Sapi per 3 ons	18
Tabel 2.5	Jenis Protein dalam Daging dan Berat Molekulnya	21
Tabel 2.6	Nilai Faktor g	28
Tabel 3.1	Data Protein Daging Sapi	38
Tabel 3.2	Data Lemak Daging Sapi	38
Tabel 3.3	Data Radikal Bebas Daging Sapi	38
Tabel 4.1	Laju Energi dan Energi dari Sumber Cobalt-60	41
Tabel 4.2	Kadar Protein Daging Sapi Segar	41
Tabel 4.3	Kadar Protein Daging Sapi Jemur	43
Tabel 4.4	Kadar Protein Daging Sapi Oven	45
Tabel 4.5	Kadar Protein Daging Sapi Freezed Dry	47
Tabel 4.6	Kadar Lemak Daging Sapi Segar	51
Tabel 4.7	Data Radikal Bebas Daging Sapi Segar tanpa Iradiasi	53
Tabel 4.8	Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Segar	54
Tabel 4.9	Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Jemur	57
Tabel 4.10	Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Oven	59
Tabel 4.11	Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Freezed Dry	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Perhitungan Laju Energi Iradiasi Gamma
- Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein
- Lampiran 3 Data Hasil Pengukuran Kadar Lemak
- Lampiran 4 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas
- Lampiran 5 Gambar Spektrum Resonansi Radikal Bebas
- Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian



ABSTRAK

Hasanah, Mamluatul. 2019. **Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kadar Protein, Lemak dan Radikal Bebas Daging Sapi (*Bos Taurus*)**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata kunci: Radiasi Gamma, Biuret, Soxhlet, ESR, Radikal Bebas, Protein, lemak

Indonesia merupakan negara berkembang yang masih membutuhkan impor daging sapi dari negara lain karena pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya. Proses impor memerlukan waktu yang lama sehingga dibutuhkan iradiasi pangan untuk mempertahankan masa simpan daging sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh radiasi gamma terhadap kadar protein, lemak dan radikal bebas daging sapi. Sampel dibedakan menjadi empat perlakuan yaitu daging sapi segar, jemur, oven dan freeze-dry. Kemudian sampel diradiasi dengan variasi energi 7,5 kGy; 5 kGy; 2,5 kGy; 1 kGy dan 0 kGy. Uji kadar protein menggunakan metode Biuret, uji kadar lemak menggunakan metode ekstraksi Soxhlet dan uji radikal bebas menggunakan metode ESR. Kadar protein daging sapi segar, jemur dan freeze-dry meningkat saat energi radiasi yang diberikan semakin tinggi, sehingga nilai kadar protein tertinggi diperoleh saat energi radiasi yang diberikan sebesar 7,5 kGy dan protein daging sapi yang dijemur mempunyai nilai tertinggi dibandingkan perlakuan yang lain yaitu 9,9%. Kadar lemak daging sapi segar semakin rendah saat radiasi yang diberikan cukup tinggi, kadar lemak tertinggi diperoleh saat radiasi yang diberikan sebesar 1 kGy. Radiasi gamma meningkatkan jumlah radikal bebas pada sampel daging sapi segar, jemur, oven dan freeze-dry. Jenis radikal bebas yang tercatat ialah radikal O dengan nilai faktor g antara 1,40-1,47.

ABSTRACT

Hasanah, Mamluatul. 2019. **The Effects of Gamma Ray Radiation on Protein, Fat and Radical Levels in beef (Boss Taurus)**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Sc (II) Drs. Abdul Basid, M.Sc.

Keywords : Gamma Radiation, Buret, Soxhlet, ESR, Free Radicals, Protein, Fats

Indonesia is a developing country that still needs to import beef from other countries because the number of population is clearly increasing every year. The import process takes a very long time, so food irradiation is needed to maintain the condition of beef. This study aims to determine the effect of gamma radiation on protein, fat, and free radicals levels in beef. The samples were divided into four kinds of handling, they are fresh beef, sun dried, oven, and freeze-dried. The radiation energies are ranging from 7.5 kGy; 5 kGy; 2.5 kGy; 1 kGy and 0 kGy. Protein level measurement is using the Biuret method, fat levels measurement is using the Soxhlet extraction method, and free radical test is using the ESR method. Protein levels of fresh beef, dried, and freeze-dried increase when the given radiation energy is higher too, so the highest protein level is obtained when the radiation energy is 7.5 kGy and the protein of dried beef has the highest value compared to other handling, 9.9%. The fat level of fresh beef is lower when the radiation is higher. The highest fat level is obtained when the radiation energy is 1 kGy. Gamma radiation increases the amount of free radicals in the samples of fresh beef, dry, oven and freeze-dried. Kinds of free radicals which are recorded are O radicals with a factor value of g ranging between 1.40-1.47.

ملخص البحث

الحسنة، مملوثة. 2019. آثار الإشعاع جاما على مستويات البروتين والدهون والجذور الحرة لحم البقر (*Bos Taurus*). البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (1) الدكتور محمد تيرونو، الحج الماجستير (2) عبد الباسط، الماجستير

الكلمات الرئيسية: الإشعاع جاما، بيوريت، سوخليت، ESR، الجذور الحرة، البروتين، الدهون

إندونيسيا هو الدول النامية الذي يحتاج إلى استيراد لحوم البقر من بلدان أخرى بسبب تزايد عدد السكان كل عام. تحتاج عملية الاستيراد وقتاً طويلاً حتى تحتاج إلى تشجيع الطعام للحفاظ على مدة صلاحية لحوم البقر. يهدف هذا البحث إلى تحديد تأثير تشجيع جاما على مستويات البروتين والدهون والجذور الحرة للحوم البقر. تقسم العينات إلى أربعة معالجات، وهي: اللحم البقري الطازج، المجفف بالشمس، الفرن والحافة المجمدة. ثم تشع العينات بتنوع طاقة 7.5 كيلو جرايس. 5 كيلو جرايس 2.5 كيلو جرايس 1 كيلو جرايس و 0 كيلو جرايس. اختبار مستوى البروتين باستخدام طريقة بيوريت، اختبار محتوى الدهون هو باستخدام طريقة استخراج سوخليت واختبار الجذري المجاني هو باستخدام طريقة ESR مستويات البروتين الطازج هو أعلى عندما تعطى أعلى طاقة الإشعاع. بروتين اللحم البقر الحاف هو أعلى أيضاً عندما تعرض للإشعاع عن قبل. ينخفض محتوى البروتين في فرن اللحم البقر عندما يعطى أعلى طاقة الإشعاع. لحم البقر المجفف هو أعلى عندما تعطى أعلى طاقة الإشعاع. مستويات الدهون في لحم البقر الطازج هي منخفض عندما تعطى أعلى الإشعاع كافية، و محتوى الدهون هو أعلى عندما تعطى الإشعاع بقدر 1 كيلو جرايس. يؤثر تشجيع جاما أيضاً على كمية الجذور الحرة لحم البقر. كلما زادت طاقة الإشعاع المعطى، فزاد عدد الجذور الحرة في العينة، وهذه النتائج سواء لجميع العلاجات.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang tentunya mempunyai beberapa permasalahan, baik itu dari segi ekonomi, kependudukan, sosial, politik dan lain sebagainya. Salah satu masalah yang cukup penting ialah ketergantungan impor bahan pangan dari negara lain. Hal ini disebabkan oleh produksi dalam negeri tidak dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang jumlahnya semakin meningkat setiap tahunnya, sehingga dapat meningkatkan jumlah kebutuhan pangan. Daging sapi merupakan bahan pangan yang jumlah impornya semakin tinggi dalam beberapa tahun terakhir. Terpenuhinya kebutuhan daging sebagai bahan pangan berkaitan dengan kesehatan dan kecerdasan anak bangsa.

Daging sapi merupakan bahan pangan yang memiliki nutrisi lengkap dan baik bagi tubuh. Sesuai dengan salah satu firman Allah SWT yang memerintahkan umat-Nya untuk mengonsumsi daging dari hewan ternak. Berikut firman-Nya (Alqur'anul Karim, 2010):

وَمِنَ الْأَنْعَامِ حَمُولَهُ وَفَرَسَاتُهَا كُلُّوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿١٤٢﴾

“Dan di antara hewan ternak itu ada yang dijadikan untuk pengangkutan dan ada yang untuk disembelih. Makanlah dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan. Sesungguhnya syaitan itu musuh yang nyata bagimu”. (Q.S al – An’am : 142).

Ada beberapa penafsiran tentang ayat tersebut. Al-Aslam berkata, *“Hamulah* adalah binatang yang dijadikan sebagai tunggangan, sedangkan *farasy* adalah binatang yang dapat dimakan dan diperas air susunya. Domba bukan binatang

tunggangan tetapi dapat dimakan dagingnya, dan kulitnya dapat dijadikan selimut dan permadani” (Katsir, 2015). Jadi jelas bahwa daging dari hewan ternak merupakan makanan yang baik serta halal bagi umat manusia. Kemudian kalimat “*Kuuluu*” yang merupakan kalimat perintah yang berarti makanlah sudah cukup jelas menunjukkan bahwa daging hewan ternak dianjurkan oleh Allah SWT seperti daging sapi, kambing, ayam dan lainnya. Kalimat “dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaiton” memberikan penjelasan bahwa saat memanfaatkan hewan ternak baik yang ditunggangi atau disembelih harus sesuai dengan syariat-syariat Islam, seperti saat menyembelih hewan ternak harus menggunakan benda yang tajam dan mengucapkan lafad “*bismillah*”.

Daging sapi merupakan media yang baik untuk perkembangan mikroorganismenya perusak dan pembusuk karena kandungan bahannya mempunyai nutrisi tinggi yang menguntungkan bagi mikroorganismenya (Soeparno, 2005). Sedangkan proses impor daging sapi memerlukan waktu pengiriman yang cukup lama, sehingga daya simpan daging sapi harus ditambah agar tidak membusuk saat sampai di negara tujuan. Tidak sulit untuk bisa menambah masa simpan dari suatu bahan pangan di era modern ini, yaitu salah satunya dengan diradiasi sinar gamma. Pengawetan atau penambahan masa simpan daging sapi dengan radiasi sedang banyak dilakukan dalam beberapa waktu terakhir.

Bahan pangan yang diproses dengan teknologi iradiasi harus sudah melalui uji keamanan sebelum dipasarkan pada masyarakat, karena proses radiasi dapat menimbulkan perubahan kimia. Uji keamanan pangan iradiasi untuk manusia dikenal dengan istilah *wholesomeness test* yang mencakup uji toksikologi, uji

kandungan nutrisi makro dan mikro serta uji mikrobiologik dan sensorik (Thayer, 1994). Sebagaimana diutarakan sebelumnya bahwa iradiasi dapat menimbulkan perubahan kimia bahan pangan, hal ini menimbulkan kekhawatiran pada masyarakat bahwa iradiasi mempengaruhi nilai gizi bahan pangan yang diawetkan dengan teknik tersebut.

Penelitian terdahulu tentang iradiasi pangan yaitu dilakukan oleh Juswono (2013) meneliti daging sapi segar yang diradiasi kemudian diberi perlakuan dengan mencampurkan parutan kunyit lalu dihitung kadar protein dari daging tersebut. Kunyit ditambahkan dengan tujuan digunakan sebagai antioksidan yang mampu mengurangi jumlah radikal bebas. Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa semakin lama daging terpapar radiasi maka jumlah proteinnya semakin turun. Selanjutnya penelitian dari Fauziah (2012) tentang pengaruh pemberian buah sirsak, manggis dan kunyit terhadap kandungan radikal bebas pada daging sapi yang dipapari radiasi gamma. Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa pemberian buah sirsak, manggis dan kunyit berpengaruh pada jumlah radikal bebas pada daging sapi yang diradiasi gamma. Kemudian penelitian dari Irawati (1999) tentang daging sapi yang diradiasi yang kemudian dilakukan uji pada kandungan gizinya. Namun perlakuan setelah diradiasi sampel disimpan dalam suhu lemari pendingin, hal ini dirasa kurang efektif karena akan menyamakan dengan daging-daging lain tanpa radiasi yang juga disimpan dalam lemari pendingin. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai daging radiasi yang dalam masa penelitiannya di simpan dalam suhu ruang saja.

Berdasarkan penelitian di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menyempurnakan dan menutupi kekurangan-kekurangan penelitian tersebut. Sehingga dalam penelitian kali ini dilakukan pengujian kadar protein, lemak dan radikal bebas pada daging sapi yang diradiasi dengan variasi energi radiasi dari 0 kGy, 1 kGy, 2,5 kGy, 5 kGy dan 7,5 kGy.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar protein daging sapi?
2. Bagaimana pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar lemak daging sapi?
3. Bagaimana pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar radikal bebas daging sapi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar protein daging sapi.
2. Untuk mengetahui pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar lemak daging sapi.
3. Untuk mengetahui pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar radikal bebas daging sapi.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan untuk menghindari meluasnya permasalahan, maka perlu adanya pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah daging sapi yang diiradiasi dengan sumber Co^{60} .
2. Variasi intensitas iradiasi 0 kGy, 1 kGy, 2.5 kGy, 5 kgy dan 7,5 kGy.
3. Uji kadar protein menggunakan metode biuret.
4. Uji kadar lemak menggunakan metode ekstraksi Soxhlet.
5. Uji kadar radikal bebas menggunakan metode ESR.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar protein daging sapi.
2. Mengetahui pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar lemak daging sapi.
3. Mengetahui pengaruh intensitas radiasi gamma terhadap kadar radikal bebas daging sapi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiasi Gamma

2.1.1 Radiasi Gamma

Energi sinar gamma yang dihasilkan oleh Co^{60} sebesar 1,33 MeV sedangkan yang berasal dari Cs^{137} sebesar 0,66 MeV. Berdasarkan batasan sumber radiasi maka penggunaan kedua jenis radionuklida tersebut tidak menimbulkan imbas radioaktif pada bahan pangan yang diiradiasi (Brynjolfsson, 1980). Radiasi yang dipancarkan dari sumbernya, sama halnya dengan penggunaan *microwave oven*, yaitu dalam bentuk energi, bukan dalam bentuk benda atau partikel.

Sinar gamma merupakan gelombang elektromagnetik yang membawa energi dalam bentuk paket-paket yang disebut foton. Jika sinar gamma masuk ke dalam suatu bahan, juga menghasilkan ionisasi, hanya saja ionisasi yang dihasilkan sebagian besar melalui proses ionisasi sekunder. Jadi, sinar gamma berinteraksi dengan materi hanya beberapa pasang ion primer saja yang terbentuk. Ion-ion primer itu selanjutnya melakukan proses ionisasi sekunder sehingga diperoleh pasangan ion yang lebih banyak dibandingkan yang terbentuk pada proses ionisasi primer (Mostavan, 1999).

Ada beberapa macam energi dalam radiasi, menurut Akhadi (2000) energi ialah suatu energi yang diterima oleh suatu jaringan akan tergantung pada jumlah intensitas foton yang diserap, lamanya jaringan tersebut terpapar radiasi dan seberapa jauh jarak sumber radiasi terhadap jaringan, berikut macam energi pada radiasi.

a. Energi serap (E)

Energi serap adalah banyaknya energi yang diserap oleh suatu materi per satuan massa. Energi serap merupakan besaran yang dibatasi oleh jumlah energi dari radiasi yang diserap oleh jaringan biologi. Energi serap (E) dapat dituliskan sebagai berikut (Akhadi, 2000):

$$E = \text{energi/massa} \text{ atau } E = d\varepsilon/dm \dots\dots\dots 2.1$$

Persamaan energi/energi total

$$E = \varepsilon_{\text{total}}/m \dots\dots\dots 2.2$$

Nilai $\varepsilon_{\text{total}} = N \times \varepsilon_1$ partikel radiasi, sehingga:

$$E = \frac{N \times \varepsilon_1 \text{ partikel radiasi}}{m} \dots\dots\dots 2.3$$

Jumlah N bergantung pada waktu karena adanya aktivitas peluruhan:

$$A = \frac{dN}{dt} \dots\dots\dots 2.4$$

$$dN = -A dt \dots\dots\dots 2.5$$

$$\int dN = \int -A dt \dots\dots\dots 2.6$$

$$N = -At \dots\dots\dots 2.7$$

Sehingga dari rumus di atas didapat energi radiasi sebagai berikut:

$$E = \frac{A \times \varepsilon_1 \text{ partikel radiasi} \times t}{m} \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana E adalah energi serap dengan satuan J/kg atau Gy, $d\varepsilon$ adalah energi yang diserap oleh medium bermassa dm . Satuan dari $d\varepsilon$ adalah Joule dan

dm adalah kg. Sedangkan proses pelemahan radiasi sinar X dalam suatu jaringan bersifat eksponensial (Akhadi, 2000):

$$I = I_0 e^{-\mu x} \dots\dots\dots 2.2$$

Dengan : I = Intensitas radiasi setelah melalui jaringan
 I_0 = Intensitas radiasi sebelum melalui jaringan
 μ = koefisien serapan linier jaringan
 x = tebal jaringan

b. Energi Ekuivalen (H)

Energi ekuivalen adalah energi serap yang mempertimbangkan faktor kualitas dari radiasi. Semakin besar radiasi (semakin merusak), maka semakin tinggi faktor kualitasnya. Energi ekuivalen dapat ditulis sebagai berikut (Akhadi, 2000):

$$H_T = W_R \cdot D \dots\dots\dots 2.3$$

Dengan H_T adalah energi ekuivalen dengan satuan Sievert (Sv), W_R adalah faktor kualitas (pembobot) dan $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$, rem merupakan satuan CGS.

c. Energi Efektif

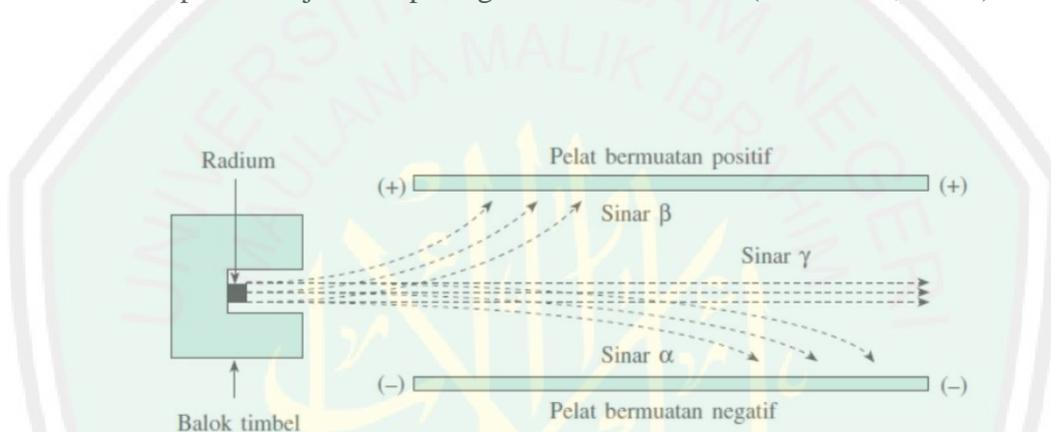
Energi efektif adalah energi serap yang mempertimbangkan kualitas radiasi dan sensitivitas yang berbeda-beda. Sel yang harus dilindungi adalah sel reproduksi. Sehingga energi efektif ini dapat dituliskan sebagai (Akhadi, 2000):

$$E = W_T \cdot H_T = W_T \cdot W_R \cdot D \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana W_T adalah faktor sensitivitas atau faktor bobot jaringan yang nilainya telah ditentukan.

2.1.2 Pembelokan Partikel Alfa dan Beta

Pada tahun 1899, Rutherford (penemu teori atom Rutherford) melakukan studi tentang sinar radioaktif. Rutherford menempatkan radium di bagian bawah kotak timah kecil. Sinar yang dihasilkan dikenakan pada medan magnet yang kuat. Rutherford menemukan bahwa sinar dipisahkan menjadi tiga bagian yang berbeda seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini (Ilmu kimia, 2014):



Gambar 2.1 Pembelokan Sinar Alfa dan Beta (Fahmi, 2015)

Zat radioaktif alami dapat memancarkan tiga jenis sinar, yaitu sinar α , β , γ . Sinar α dan β terdiri atas partikel bermuatan listrik, sedangkan sinar γ merupakan gelombang elektromagnet. Sinar β bermuatan positif sehingga dibelokkan ke kutub negatif. Sinar α bermuatan negatif sehingga dibelokkan ke kutub positif. Sinar γ tidak bermuatan, sehingga tidak dipengaruhi medan magnet atau medan listrik. Partikel sinar β lebih ringan daripada partikel sinar α , oleh karena itu sinar β mengalami pembelokan yang lebih besar (Fahmi, 2015).

Atom-atom diupkan dan diionisasikan dalam sumber ion. Ion – ion yang keluar dari lubang sumber ion akan dipercepat oleh beda potensial V . Ketika

mencapai keping negatif yang mempunyai celah, energi kinetik ion sama dengan perubahan energi potensialnya, yaitu (Surya, 2009):

$$v^2 = \frac{2qV}{m} \dots\dots\dots 2.5$$

Ketika memasuki medan magnet lintasan ion akan berupa sebuah lingkaran. Gaya yang menyebabkannya adalah gaya magnetik yang besarnya $F = qvB$. Gaya ini sama dengan gaya sentripetal sehingga (Surya, 2009):

$$\frac{mv^2}{r} = qvB \dots\dots\dots 2.6$$

Dari kedua rumus di atas diperoleh:

$$r = \frac{mv}{qB} \dots\dots\dots 2.7$$

Dengan mengukur besarnya B, m dan V dapat diketahui jarak pembelokan sinar setelah dikenai medan magnet (Surya, 2009).

2.1.3 Sinar Gamma Berdasarkan Al-Qur'an

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ
مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

“ Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”. (Q.S Yunus : 5).

Perbedaan antara sinar (*adh-dhiya'*) dan cahaya (*an-nur*) yaitu sinar (*adh-dhiya'*) merupakan bagian terlihat dari energi elektromagnetik yang terbentuk dari rangkaian bersambung gelombang foton-foton yang tidak berbeda satu dengan lainnya, kecuali pada panjang gelombang setiap foton dan rata-rata frekuensinya.

Panjang gelombang sumber warna cahaya elektromagnetik berbeda-beda, antara $0,1 \times 10^{12}$ m dibanding dengan yang paling pendek, yaitu sinar gamma, antara beberapa km berbanding dengan panjangnya, yaitu gelombang radio (gelombang wireless). Antara dua batasan ini terdapat sejumlah gelombang yang tersusun berdasarkan pertambahan panjang gelombang dari yang terpendek hingga yang terpanjang: sinar X, sinar UV, spektrum cahaya yang bisa dilihat, dan sinar infra red (El-Naggar, 2010).

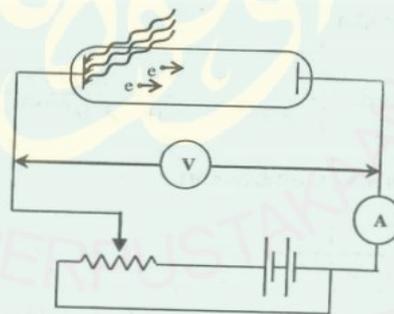
2.2 Interaksi Radiasi Gamma dengan Materi

Penyerapan energi dari radiasi ke dalam bahan biologis dapat menyebabkan eksitasi atau ionisasi. Eksitasi adalah munculnya satu elektron dalam suatu atom atau molekul pada tingkat energi yang lebih tinggi tanpa pengusiran elektron. Efek biologis radiasi mengakibatkan kerusakan pada sel secara lebih mendetail berupa kerusakan DNA yang merupakan sasaran utama radiasi. Ketika suatu bentuk radiasi, baik sinar X, gamma atau partikel bermuatan maupun tidak bermuatan mengenai atau berada dalam suatu jaringan tubuh organisme, maka ada kemungkinan akan berinteraksi langsung dengan sel atau sub seluler dengan sasaran kritis dalam sel seperti inti sel yang mengandung kromosom. Atom dalam sasaran dapat tereksitasi atau terionisasi dan akan memulai serangkaian kejadian yang mengarah ke biologis. Radiasi juga dapat berinteraksi dengan atom atau molekul lain dalam sel (terutama air) untuk menghasilkan radikal bebas yang dapat berdifusi lebih jauh untuk mencapai dan melukai sasaran kritik dalam sel (Hall, 1994).

Interaksi radiasi gamma dengan materi sangat kecil sehingga memiliki daya tembus yang jauh lebih besar daripada radiasi alfa dan radiasi beta. Daya tembus dicirikan oleh ketebalan paruh suatu penyerap, yaitu ketebalan yang dapat mengurangi intensitas radiasi menjadi separuhnya. Penyerapan radiasi gamma disebabkan oleh tiga proses fisik yaitu efek fotolistrik, efek Compton dan pembentukan pasangan positron-negatron (Sulistyani, 2001).

a. Efek Fotolistrik

Tahun 1887 Heinrich Hertz melakukan eksperimen penyinaran pada pelat katoda dengan berbagai macam cahaya dan sebagai hasilnya elektron-elektron dipancarkan dari pelat katoda. Eksperimen yang dikenal sebagai efek fotolistrik ini dapat digambarkan dengan gambar 2.2 (Purwanto, 2006).



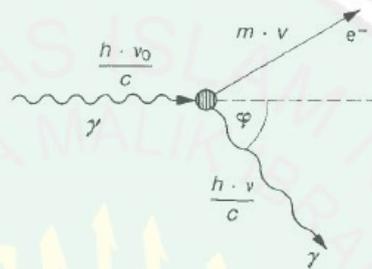
Gambar 2.2 Efek Fotolistrik (Purwanto,2006)

Efek fotolistrik adalah interaksi antara foton dengan sebuah elektron yang terikat kuat dalam atom yaitu elektron pada kulit bagian dalam suatu atom. Foton akan menumbuk elektron tersebut dan elektron itu terikat kuat maka akan menyerap seluruh tenaga foton. Sebagai akibatnya elektron akan

dipancarkan keluar dari atom dengan tenaga gerak sebesar selisih tenaga foton dan tenaga ikat elektron (Gautreau & Savin, 1999).

b. Efek Compton

Radiasi gamma memindahkan hanya sebagian energinya ke suatu orbital.

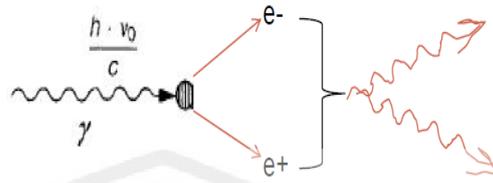


Gambar 2.3 Efek Compton (Zen, 2009)

Efek Compton adalah gejala yang timbul jika radiasi berinteraksi dengan partikel (elektron) (Zen, 2009). Efek Compton terjadi karena antara foton dan sebuah elektron bebas yang terdapat pada kulit terluar sebuah atom. Apabila foton menumbuk elektron tersebut maka berdasarkan hukum kekekalan momentum tidak mungkin elektron akan dapat menyerap seluruh energi foton seperti pada efek fotolistrik. Foton akan menyerahkan sebagian energinya kepada elektron dan kemudian akan terhambur membentuk sudut terhadap arah gerak foton datang (Gautreau & Savin, 1999).

c. Pembentukan Pasangan

Terjadi dari perilaku suatu radiasi gamma di dalam medan listrik inti atom, untuk beralih bentuk menjadi pasangan negatron dan positron radiasi gamma yang sisa dihamburkan.



Gambar 2.4 Pembentukan Pasangan (Sulistiyani, 2001)

2.3 Pengaruh Radiasi Gamma terhadap Protein, Lemak dan Radikal Bebas Daging

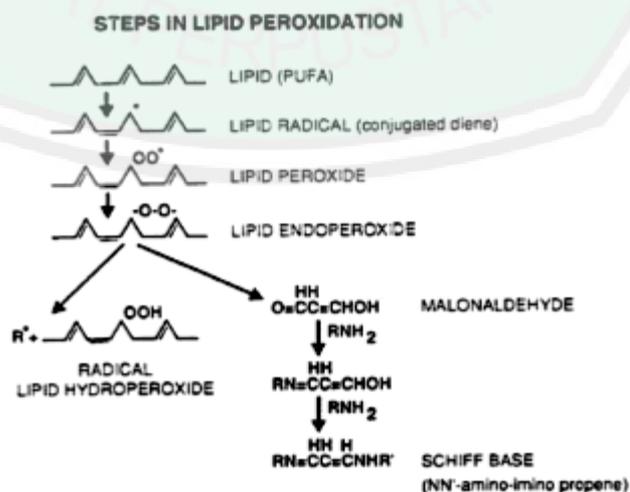
a. Pengaruh Radiasi Gamma terhadap Protein

Berdasarkan tiga efek yang ditimbulkan sinar gamma di atas, salah satu pengaruhnya terhadap protein. Diketahui bahwa daging segar mempunyai warna merah segar, warna yang dihasilkan ini berasal dari salah satu jenis protein yaitu hemoglobin. Irawati (1999) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa radiasi gamma mempengaruhi warna dari daging sapi. Terjadinya penurunan warna tersebut akibat dari proses reduksi yang terjadi pada komponen metalloprotein khususnya turunan porfirin yang berpengaruh pada pigmen warna daging segar. Proses reduksi dari hemoglobin (Fe^{3+}) ke dalam bentuk Fe^{2+} oleh e^-_{eq} dan radikal lainnya yang bersifat reduktor seperti $\cdot\text{CO}^-$ akan berlangsung secara cepat karena pigmen tersebut sangat sensitif terhadap radiasi (Simic, 1983). Pemucatan pada daging akibat radiasi dan penyimpanan juga disebabkan oleh berlangsungnya proses oksidasi myoglobin (Mb II) menjadi metmyoglobin (Mb III). Protein juga menjadi molekul target serangan radikal bebas. Sebagai contoh, semua residu asam amino protein merupakan target serangan radikal hidroksil yang diproduksi oleh radiasi pengion, meski beberapa residu dihasilkan karena

sebab lain. Radikal protein dibentuk oleh sebuah serangan radikal yang menyebabkan pemotongan rantai polipeptida, ikatan silang (*cross linkage*), oksidasi dan modifikasi asam amino. Perubahan konformasional memicu meningkatnya kerentanan terhadap proteolisis dan denaturasi panas juga kehilangan fungsi biologis (Niki, 1997).

b. Pengaruh Radiasi Gamma terhadap Lemak

Efek radiasi pada lemak yang diketahui dari beberapa penelitian pada iradiasi daging segar menunjukkan bahwa setelah diradiasi nilai peroksida dan kadar malonaldehida produk daging radiasi lebih tinggi dibandingkan produk sejenis yang tidak diradiasi. Menurut Ahn dan Jo (1999) radiasi pengion menghasilkan radikal hidroksil dan dapat meningkatkan laju oksidasi lipida. Ketika molekul-molekul menyerap energi ionisasi, maka menjadi sangat reaktif dan membentuk ion atau radikal bebas. Ion dan radikal bebas ini kemudian akan bereaksi dan membentuk produk radiolitik stabil. Gambar 2.5 merupakan gambar tahapan tentang peroksida lipida.



Gambar 2.5 Tahapan Peroksida Lipida (Hatherill, 1911)

c. Pembentukan Radikal Bebas oleh Radiasi

Daging sapi yang diradiasi gamma tanpa diberi antioksidan menunjukkan adanya beberapa jenis radikal bebas yaitu radikal anion sulfat, (SO_4^-), karbon, peroksida, hidroksil dan anion superoksia (O_2^-). Radikal anion sulfat (SO_4^-) terbentuk karena dosis radiasi yang tinggi sehingga terjadi proses pemecahan protein oleh enzim-enzim dalam daging yang menghasilkan amoniak dan asam sulfit. Radikal hidroksil dan karbon terbentuk karena terjadinya pemutusan ikatan C-OH gugus asam karboksilat pada asam amino. Pemisahan homolitik dapat terjadi jika adanya suatu energi. Penentuan energi yang diperlukan untuk disosiasi suatu ikatan, yaitu menentukan kereaktifan suatu ikatan dalam bentuk radikalnya. Untuk memecah ikatan yang lebih stabil memerlukan masukan energi yang lebih besar. Radikal peroksil timbul akibat dari kondisi lingkungan dalam daging itu sendiri (Fauziah, 2012).

2.4 Daging Sapi

Daging merupakan semua jaringan hewan dan semua produk hasil pengolahan jaringan-jaringan tersebut yang sesuai dan untuk dimakan serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi yang mengkonsumsinya (Soeparno, 1998). Definisi daging dalam arti khusus yaitu sebagai bagian dari hewan yang digunakan sebagai makanan (Lawrie, 1998). Pada praktiknya, definisi ini terbatas hanya pada beberapa lusin dari sekitar 3000 spesies mamalia. Pengertian daging dapat diperluas mencakup organ-organ lain seperti hati, ginjal, otak dan jaringan

lain yang dapat dikonsumsi. Menurut SNI 01-3947-1995, daging merupakan urat daging (otot) yang melekat pada kerangka, kecuali urat daging bagian bibir, hidung dan telinga (Dewan Standardisasi Nasional, 1995). Daging sapi adalah salah satu daging ternak yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Kandungan protein daging olahan lebih sedikit dibandingkan kandungan protein daging segar (Soeparno, 2005).

Betty dan Yendri, 2007 menginformasikan bahwa daging merupakan bahan pangan yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba karena: 1) memiliki kadar air yang tinggi (68,75%), 2) kaya akan zat yang mengandung nitrogen, 3) kaya akan mineral untuk pertumbuhan mikroba, dan 4) mengandung mikroba yang menguntungkan bagi mikroba lain. Soeparno (2005) juga menginformasikan bahwa daging sapi sangat memenuhi persyaratan sebagai media untuk perkembangan mikroorganisme, termasuk mikroorganisme perusak atau pembusuk. Hal ini disebabkan daging: 1) Mempunyai kadar air yang tinggi (kira-kira 68 %-75%). 2) Kaya akan zat yang mengandung nitrogen dengan kompleksitas yang berbeda. 3) Mengandung sejumlah karbohidrat yang dapat difermentasikan. 4) Kaya akan mineral dan kelengkapan faktor pertumbuhan mikroorganisme. 5) Mempunyai pH yang menguntungkan bagi sejumlah mikroorganisme yaitu dalam kisaran 5,3-6,5.

Komponen bahan kering yang terbesar dari daging adalah protein sehingga nilai nutrisi dagingnya pun tinggi (Muchtadi dan Sugiono, 1992). Komposisi protein daging sapi dapat dilihat pada Tabel 2.1. Selain itu bila ditinjau dari asam

aminonya, daging sapi memiliki komposisi asam amino yang lengkap dan seimbang hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Kinsman *et al.*, 1992).

Tabel 2.1 Komposisi Gizi Daging Ayam, domba, sapi, kambing dan babi (Departemen Kesehatan RI, 1995)

Jenis Daging	Komposisi		
	Protein	Air	Lemak
	----- (g) -----		
Ayam	18,20	55,9	25,0
Domba	17,1	66,3	14,8
Sapi	18,8	66,0	14,0
Kambing	16,6	70,3	9,2
Babi	11,9	42,0	45,0

Tabel 2.2 Komposisi Asam Amino Essensial Daging Sapi (Kinsman, 1992)

Jenis Asam Amino Essensial	Kadar (g/100g N)
Histidin	21
Isoleusin	28
Leusin	49
Lisin	52
Metionin+Sistin	23
Phenilalanin+Tirosin	45
Threonin	27
Triptofan	7
Valin	30

Daging sapi mengandung kalori sebesar 250 kkal/100g. Jumlah kalori daging sapi ditentukan oleh kandungan lemak intraseluler didalam serabut-serabut otot. Kandungan kolestrol dalam daging sekitar 500mg/g lebih rendah dari pada kolestrol otak (1.800 – 2000 mg/100g) atau kolestrol kuning telur (1.500mg/g) Berikut ini komposisi kimia daging sapi dapat dilihat pada Tabel 2.3. (Sudarwati, 2007).

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Daging Sapi (dalam 100 gr bahan) (Sudarwati, 2007)

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	207,00
Protein (g)	18,80
Lemak (g)	14,00

Hidrat Arang (g)	0,00
Kalsium (mg)	11,00
Fosfor (mg)	170,00
Besi (mg)	2,80
Vitamin A (SI)	30,00
Vitamin B1 (mg)	0,08
Vitamin C (mg)	0,00
Air (g)	66,00

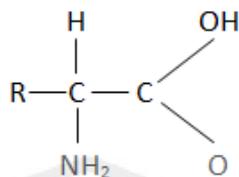
Tabel 2.4 Kandungan Lemak dan Kolesterol pada Bagian Daging Sapi per 3 ons
(National Cattlemen's Beef Association, 2008)

Cuts of Lean Beef	Total Fat (g)	Saturated Fat (g)	Cholesterol (mg)
Eye Round Roast and Steak	4.0	1.4	53
Sirloin Tip Side Steak	4.1	1.6	68
Top Round Roast and Steak	4.6	1.6	61
Bottom Round Roas and Steak	4.9	1.7	64
Top Sirloin Steak	4.9	1.9	49
Brisket, Flat Half	5.1	2.4	65
95% Lean Ground Beef	5.1	2.4	65
Round Tip Roast and Steak	5.3	1.9	75
Bottom Round (Western Griller) Steak	6.0	2.2	65
Shoulder Center (Ranch) Steak	6.5	2.4	65
Tri-Tip Roast and Steak	7.1	2.6	71
Tenderloin Roast and Steak	7.1	2.7	67
T-Bone Steak	8.2	3.0	48

2.5 Protein

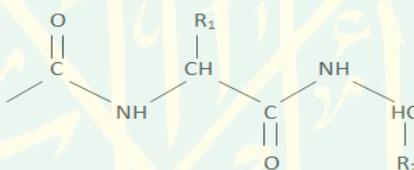
2.5.1 Pengertian Protein

Struktur protein terdiri dari asam amino yang disatukan oleh ikatan peptida. Jika protein mengalami hidrolisa maka akan menghasilkan asam amino alfa dalam bentuk kristal. Gambar 2.4 berikut merupakan formula struktur asam amino (Piliang, 2006):



Gambar 2.6 Formula Struktur Asam Amino (Piliang, 2006)

Ikatan peptida merupakan struktur primer pada sebuah molekul protein. Asam-asam amino disatukan dengan lainnya antara gugusan karboksil dengan gugusan amino dengan melepaskan atau membentuk air, dengan bentuk umum pada gambar 2.5 berikut (Piliang, 2006):



Gambar 2.7 Tulang Punggung sebuah Molekul Protein (Piliang, 2006)

Protein daging terdiri dari protein sederhana dan protein terkonjugasi dengan radikal non protein. Berdasarkan asalnya protein dapat dibedakan dalam 3 kelompok yaitu protein sarkoplasma, protein miofibril dan protein jaringan ikat. Protein sarkoplasma adalah protein larut air (*water soluble protein*) karena umumnya dapat diekstrak oleh air dan larutan garam encer. Protein miofibril terdiri atas aktin dan miosin, serta sejumlah kecil troponin dan aktinin. Protein ini memiliki sifat larut dalam larutan garam (*salt soluble protein*). Protein jaringan ikat merupakan fraksi protein yang tidak larut, terdiri atas protein kolagen, elastin dan retikulin (Muchtadi dan Sugiono, 1992). Menurut De Man (1997), protein otot terdiri atas sekitar 70% protein struktur atau protein fibril dan sekitar 30%

protein larut air. Protein miofibril mengandung sekitar 32%-38% miosin, 13%-17% aktin, 7% tropomiosin dan 6% protein strom. Miosin merupakan protein yang paling banyak pada otot yaitu sekitar 38%. Jenis protein pada daging dan berat molekulnya disajikan pada Tabel 2.5 berikut (Dalilah, 2006):

Tabel 2.5 Jenis Protein dalam Daging dan Berat Molekulnya (Dalilah, 2006)

Jenis Protein	Berat Molekul	Jenis Protein	Berat Molekul
Miofibril		Protein Filamen	
Miosin	200 kD	Desmin	55 kD
Aktin	42 kD	Mioglobin	18 kD
Tropomiosin	33 kD	Haemoglobin	68 kD
Troponin	80 kD	Protease Pada Daging	
Troponin C	18 kD	Alkaline Protease	22 kD
Troponin I	28 kD	Serin Protease	22-24 kD
Troponin T	38 kD	Miosin -Cleaving Enzim	26-27 kD
Aktinin		Ca-activated netral	
A aktinin	95 kD	Protease (CAF,CANP)	80+30 kD
Aktinin	37 kD	Catepsin B	24-27 kD
Aktinin	35 kD	Catepsin D	42-45 kD
Eu aktinin	42 kD	Catepsin L	24 kD
M-protein		Kolagen	
Creatin kinase	43 kD	Prokolagen	120 kD
C-protein	135 kD	Prokolagen N-proteinase	260 kD
F-protein	121 kD	Prokolagen C-proteinase	80 kD
I-protein	50 kD	Lysil oksidase	29-31 kD

2.5.2 Uji Kadar Protein

Metode analisis protein secara kuantitatif ada beberapa macam, seperti metode Lowry, metode Kjeldhal, metode titrasi Formol dan metode Biuret. Menurut Legowo (2007) prinsip metode biuret adalah dalam larutan basa, Cu^{2+} membentuk kompleks dengan ikatan peptida (-CO-NH-) dari suatu protein yang membentuk warna ungu dengan absorbansi 540 nm. Besarnya absorbansi tersebut berbanding langsung dengan konsentrasi protein dan tidak tergantung pada jenis

protein, karena semua protein pada dasarnya mempunyai jumlah ikatan peptida yang sama per satuan berat. Dalam prosedur analisis dengan metode Biuret ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain yaitu:

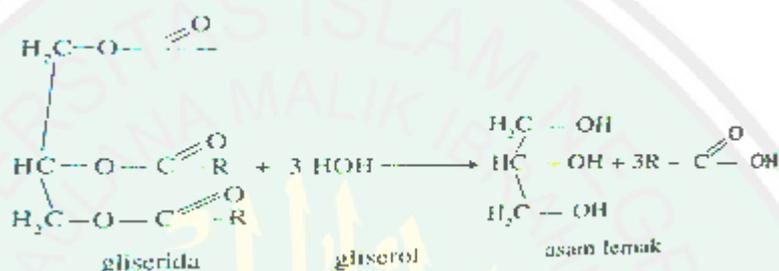
- 1) Jumlah sampel harus mengandung protein sekitar 1-10 mg/ml.
- 2) Ada senyawa pengganggu yang perlu diantisipasi yaitu urea (karena mengandung gugus $-\text{CO}-\text{NH}-$) dan gula pereduksi (yang akan bereaksi dengan ion Cu^{2+}).
- 3) Metode Biuret mempunyai ketepatan lebih besar dibanding Kjeldhal.

2.6 Lemak

Lemak merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C, H dan O. Lemak atau lipid merupakan salah satu nutrisi yang diperlukan tubuh karena berfungsi menyediakan energi sebesar 9 kkal/gram, melarutkan vitamin A, D, E, K dan dapat menyediakan asam lemak esensial bagi tubuh manusia. Selama proses pencernaan, lemak dipecah menjadi molekul yang lebih kecil, yaitu asam lemak dan gliserol. Lemak merupakan unit penyimpanan yang baik untuk energi. Berdasarkan struktur kimianya, lemak dibedakan menjadi lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh biasanya cair pada suhu kamar, minyak nabati dan lemak yang ditemukan dalam biji merupakan contoh dari lemak tak jenuh, sedangkan lemak jenuh biasanya padat pada suhu kamar dan ditemukan dalam daging, susu, keju, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit (Poedjiadi, 1994).

Dalam reaksi hidrolisa, minyak atau lemak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa yang dapat menyebabkan

kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam lemak tersebut. Reaksi ini akan mengakibatkan ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavor dan bau tengik pada lemak. Gambar 2.7 berikut merupakan reaksi hidrolisa lemak (Ketaren, 2005).



Gambar 2.8 Reaksi Hidrolisa Lemak (Ketaren, 2005)

Susilawati dan Kustyawati (2011) melaporkan bahwa asam lemak jenuh daging sapi (45,34%) lebih besar dibandingkan dengan asam lemak jenuh pada daging kambing (26,23%). Daging sapi segar pada lokasi daging has dan daging paha memiliki konsentrasi asam lemak tak jenuh lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi asam lemak tak jenuh pada daging kambing lokasi daging has dan daging paha. Akan tetapi pada lokasi daging perut, daging sapi segar memiliki konsentrasi asam lemak tak jenuh lebih kecil dibandingkan dengan daging kambing segar (Susilawati, 2015). Asam lemak jenuh daging sapi dan kambing yang memiliki konsentrasi paling tinggi adalah palmitat. Menurut Koswara (2006), palmitat merupakan salah satu asam lemak jenuh yang dapat meningkatkan kolesterol serum dan kadar lipoprotein *low-density-lipoprotein* (LDL). Konsentrasi palmitat paling tinggi terdapat pada daging sapi bagian perut

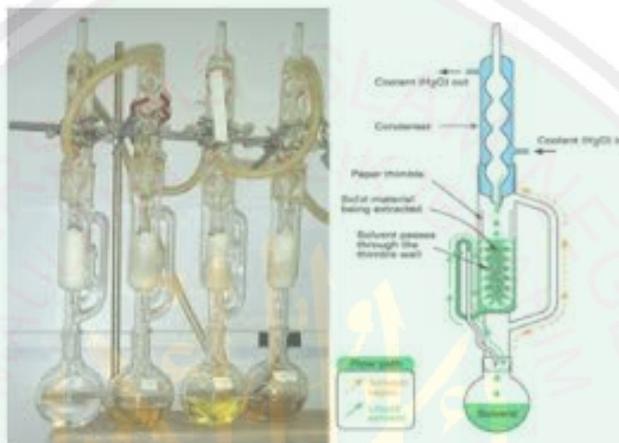
(26,746%) menyebabkan jumlah asam lemak jenuh pada daging tersebut lebih besar dari daging daging has dan daging paha

Asam laurat merupakan asam lemak jenuh yang dapat berfungsi sebagai anti mikroba dan anti kanker/tumor (Murhadi *et al*, 2009). Konsentrasi asam lemak jenuh laurat paling tinggi terdapat pada daging kambing segar bagian paha (0,51%). Konsentrasi laurat daging sapi segar pada lokasi daging has lebih besar dibandingkan dengan daging kambing segar pada lokasi yang sama. Pada bagian perut, daging kambing segar memiliki konsentrasi laurat lebih tinggi dibandingkan dengan daging sapi segar, dan masih banyak macam – macam asam lemak yang terdapat pada daging sapi (Susilawati, 2015).

Analisis terhadap lemak dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan tujuan mengetahui sifat lemak, yang meliputi kelarutan, kepolaran, kejenuhan lipid, dan ketengikan lipid. Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui kandungan lemak pada suatu bahan. Metode pengujian lemak bermacam-macam, diantaranya metode ekstraksi Soxhlet, spektroskopi FTIR, metode Babcock dan lain-lain. Meskipun metode untuk analisis lemak bermacam-macam, pada dasarnya dapat dibedakan menjadi metode analisis kering dan basah. Metode yang cocok untuk bahan padat adalah metode Soxhlet, sedangkan untuk bahan cair metode Babcock (Febriani dkk, 2013).

Ekstraksi menggunakan Soxhlet dengan pelarut cair merupakan metode yang baik untuk memisahkan senyawa bioaktif dari alam. Metode ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode lain, yaitu diantaranya sampel yang

akan diekstrak senyawa bioaktif alaminya akan kontak langsung dengan pelarut murni secara berulang, kemampuan mengekstraksi sampel tidak bergantung pada jumlah pelarut yang banyak (Rais, 2014). Gambar 2.9 berikut merupakan gambar rangkaian alat ekstraksi Soxhlet.



Gambar 2.9 Alat Ekstraksi Soxhlet (Febriani, 2013)

Prinsip dari metode Soxhlet adalah ekstraksi lemak dengan pelarut lemak seperti PE (petroleum eter), PB (petroleum benzena), dietil eter, aseton, methanol, dan lain-lain. Prinsip lain dari metode Soxhlet adalah berat lemak sampel diperoleh dengan cara memisahkan lemak dengan pelarutnya, misalnya dengan menguapkan pelarut melalui pemanasan (Febriani, 2013). Dalam penentuan kadar lemak, sampel yang diuji harusnya cukup kering, karena jika masih basah akan memperlambat proses ekstraksi dan air dapat turun ke dalam labu sehingga akan mempengaruhi perhitungan (Budimarwanti, tanpa tahun). Banyak hal yang dapat mempengaruhi kemurnian lemak yang diekstraksi menggunakan ekstraktor Soxhlet, hal ini disebabkan oleh proses ekstraksi lemak dengan pelarut lemak masih terdapat zat lain seperti phosfolipid, sterol, asam lemak bebas, pigmen,

karotenoid, dan klorofil. Oleh karena itu hasil analisis lemak dengan metode ekstraksi Soxhlet ditetapkan sebagai lemak kasar (Febriani, 2013).

2.7 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan molekul yang kehilangan satu buah elektron dari pasangan elektron bebasnya atau merupakan hasil pemisahan hemolitik dari suatu ikatan kovalen. Elektron memerlukan pasangan untuk menyeimbangkan nilai spinnya sehingga molekul radikal tidak stabil dan mudah sekali bereaksi dengan molekul lain membentuk radikal baru. Radikal bebas dapat dihasilkan dari hasil metabolisme dalam tubuh dan faktor eksternal (Juswono, 2013).

Menurut Maulida dan Zulkarnaen (2010) dalam Fauziah (2012) radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil (mempunyai satu elektron atau lebih yang tanpa pasangan), untuk memperoleh pasangan elektron senyawa ini sangat reaktif dan merusak jaringan. Senyawa radikal bebas timbul akibat berbagai proses kimia kompleks dalam tubuh, berupa hasil sampingan dari proses oksidasi atau pembakaran sel yang berlangsung pada waktu bernafas, metabolisme sel, olahraga yang berlebihan, peradangan atau ketika tubuh terpapar polusi lingkungan seperti asap kendaraan bermotor, asap rokok, bahan pencemar, dan radiasi matahari atau radiasi kosmis.

Ada beberapa metode untuk penghitungan jumlah radikal bebas, yaitu dengan metode ESR (*Electron Spin Resonance*) dan metode DPPH, berikut pemaparannya (Fauziah, 2012):

a. Electron Spin Resonance (ESR)

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

$$\mu = g\beta s \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana : g = faktor lande (2,0023 J/T)
 β = magneton Bohr ($9,27407 \times 10^{-24}$ J/T)

Faktor lande menunjukkan hubungan antara interaksi spin-orbit dan elektro paramagnet dengan inti atom yang ada di sekitarnya. Penentuan nilai g didapatkan pada saat terjadi resonansi magnetik yaitu ketika sampel berinteraksi dengan radiasi elektromagnetik sebesar hf dan sebanding transisi energi antara 2 tingkatan spin seperti yang dituliskan berikut:

$$g = \frac{hf}{\mu_B B} \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana : h = konstanta Planck ($6,625 \times 10^{-34}$ Ws²)
 μ_B = magneton Bohr ($9,273 \times 10^{-24}$ Am²)
 B = medan magnet eksternal (T)

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

$$B = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{n}{r} I \dots\dots\dots 2.10$$

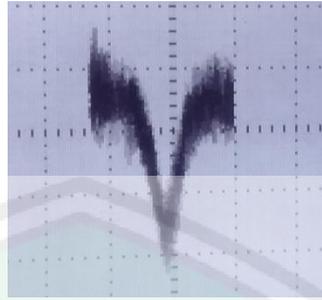
Dimana : $\mu_0 = 1,2566 \times 10^{-6}$ Vs/Am
 n = jumlah lilitan pada kumparan Helmholtz ($n=320$)
 r = jari-jari kumparan Helmholtz ($r = 6,8$ cm)
 I = arus yang mengalir pada kumparan Helmholtz (A)

Tabel 2.6 merupakan tabel beberapa jenis radikal bebas berdasarkan nilai faktor g yang didapat dari perhitungan nilai medan magnet (B), frekuensi (f) dan arus (I).

Tabel 2.6 Nilai Faktor g (Miller, 2001)

No	Nama Radiasi	Nilai Faktor g
1.	O	1,501
2.	Fe ²⁺	1,77
3.	MnO ₂	1,8367
4.	FeS	1,86
5.	<i>Hidroperoxide</i>	1,9896
6.	CO ²⁻	1,996-2,0007
7.	Cu	1,997
8.	SO ₄ ⁻	1,9976
9.	<i>Hidroxy</i>	2,00047
10.	CO ²	2,0007
11.	<i>Alkoxy</i>	2,0016-2,11197
12.	Hellium	2,002
13.	<i>Methanol</i>	2,00205
14.	<i>Alkyl</i>	2,00206
15.	<i>Free Radical</i>	2,00232
16.	Hidrogen	2,00232
17.	<i>Methyl</i>	2,00255-2,00286
18.	O ₂ ⁻	2,0356
19.	DPPH	2,0036
20.	SO ₃ ⁻	2,0037
21.	<i>Ethyl</i>	2,0044
22.	C	2,00505-2,00548
23.	<i>Peroxy</i>	2,0155-2,0265
24.	CuOx	2,098
25.	CuGeO ₃	2,154
26.	YBa ₂ Cu ₃ O ₇	2,24
27.	Cu-HA	2,289
28.	Hg	4,0-4,5

ESR (*electron spin resonance*) merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi radikal bebas pada suatu jaringan berdasarkan gambar resonansi yang ditentukan oleh nilai frekuensi dan arus. Metode ini memanfaatkan medan magnet yang ditimbulkan akibat elektron yang beresonansi dengan radiasi elektromagnetik. Penyerapan resonansi energi elektromagnetik akibat partikel yang berputar pada medan magnet yang kuat adalah dasar dari ESR. Sebelum melakukan uji ESR, diperlukan kalibrasi alat ESR menggunakan kalibrator DPPH (*Diphenyl-picrylhydrazyl*). DPPH merupakan jenis radikal bebas yang bisa dipakai karena relatif stabil sehingga cocok digunakan sebagai kalibrator. Saat melakukan kalibrasi alat harus tersusun dengan benar karena posisi dapat mempengaruhi gambar yang akan ditampilkan oleh osiloskop. Alat disusun secara seri, arus rangkaian seri akan masuk pada rangkaian sehingga akan menghasilkan resonansi. Kalibrator DPPH yang sudah dimasukkan ke dalam tabung durham kemudian diletakkan di dalam lilitan solenoida yang berada diantara dua kumparan Helmholtz. Gambar yang ditampilkan osiloskop berupa cekungan simetris menyerupai huruf V yang menunjukkan adanya radikal bebas. Hasil gambar yang semakin menyerupai huruf V menunjukkan bahwa semakin banyak kadar radikal bebas yang terdapat pada sampel. Berikut gambar spektrum resonansi DPPH pada gambar 4.1.

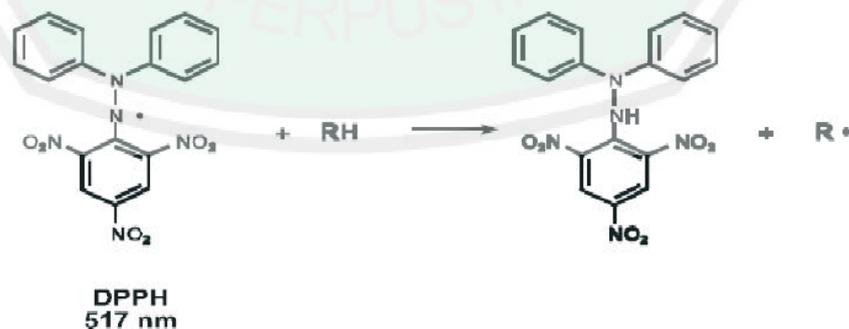


Gambar 4.6 Spektrum Resonansi DPPH

Kalibrator DPPH pada penelitian ini mempunyai nilai faktor $g = 2,054$, nilai ini tidak jauh berbeda dengan nilai faktor g DPPH pada literatur yaitu 2,0036.

b. Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)

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



Gambar 2.10 Reaksi DPPH dengan Antioksidan (Astuti, 2009)

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



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan bulan November 2018 bertempat di Laboratorium Riset BATAN Jakarta Selatan, Laboratorium Peternakan UMM, Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia UIN Malang.

3.2 Alat dan Bahan

- a. Alat
 1. Irradiator Gamma Cell 220
 2. Sumber iradiasi (radiosotop Co^{60})
 3. Oven
 4. Sendok
 5. Saringan
 6. Spektrofotometer
 7. Alat Ekstraksi Soxhlet
 8. Alat ESR Leybold
 9. Beaker glass
 10. Tissue
 11. Pisau
 12. Kertas saring
 13. Kondensor

b. Bahan

1. Daging sapi
2. Reagen Biuret
3. Aquades

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan persiapan alat dan bahan seperti iradiator Gamma Cell 220. Kemudian daging sapi diiris tipis-tipis sesuai banyak sampel yang dibutuhkan. Lalu daging sapi yang telah diiris dikeringkan dengan beberapa metode, yaitu dijemur, dioven dan difreezeed dry. Kemudian daging sapi diradiasi dengan energi 0 kGy, 1 kGy, 2.5 kGy, 5 kGy dan 7,5 kGy dengan sumber radiasi Co^{60} dalam iradiator Gamma Cell 220.

Kemudian dilakukan uji kandungan protein dengan metode Biuret, uji kandungan lemak dengan metode ekstraksi Soxhlet dan uji radikal bebas dengan metode ESR. Sehingga dari hasil pengujian akan diketahui pengaruh dari radiasi sinar gamma terhadap daging sapi. Setelah dilakukan pengujian maka data diolah dan dianalisis. Diagram alir penelitian ini terdapat pada gambar 3.1.

3.3.1 Cara Kerja Penelitian

a. Persiapan Alat

Alat yang akan digunakan seperti pisau, sendok dan lain-lain. Kemudian disiapkan alat untuk iradiasi seperti iradiator Gamma Cell 220 serta sumber radiasi (radiosotop Co^{60}).

b. Persiapan Bahan

Daging sapi segar yang kemudian diiris tipis-tipis kemudian dikeringkan dengan tiga macam metode yaitu dijemur, dioven dan difreezeed dry. Kemudian sampel disimpan di dalam plastik Nylon PE lalu divakum.

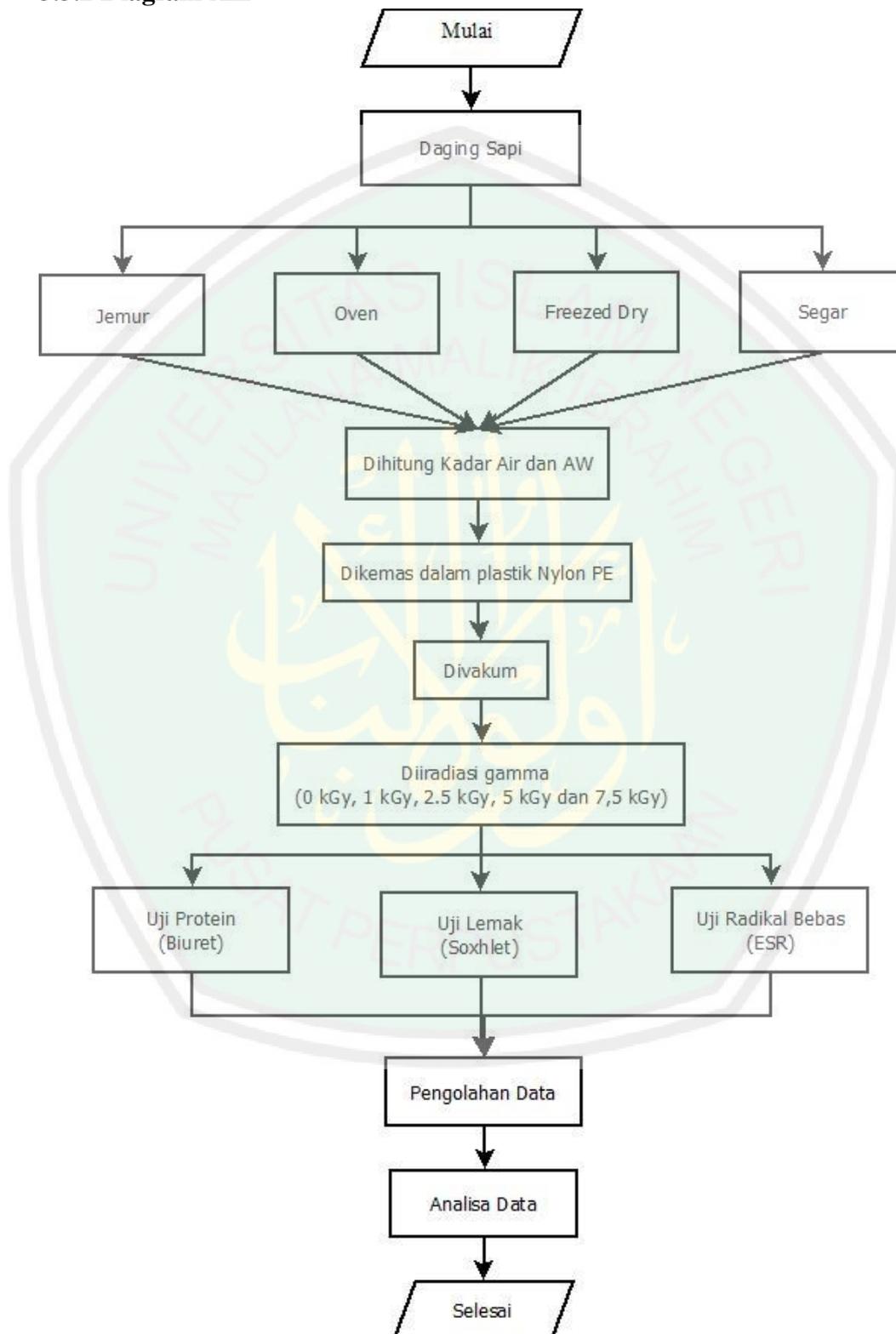
c. Penyinaran Radiasi Gamma

Langkah selanjutnya daging sapi atau sampel diradiasi gamma dengan energi 0 kGy, 1 kGy, 2.5 kGy, 5 kGy dan 7.5 kGy.

d. Parameter Pengamatan

Untuk mengetahui perubahan kandungan gizi daging sapi (kadar protein, lemak dan radikal bebas), maka dilakukan uji protein dengan metode biuret, uji lemak dengan metode ekstraksi Soxhlet dan kadar radikal bebas dengan metode ESR.

3.3.2 Diagram Alir



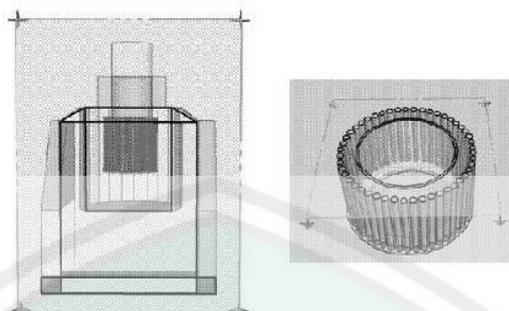
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3.3 Penyinaran Radiasi Gamma

Langkah pertama dalam penelitian ini yaitu melakukan penyinaran radiasi gamma dengan sumber radiasi Co^{60} . Peralatan yang perlu dipersiapkan pada proses ini yaitu sumber radiasi Co^{60} , sampel yang sudah dalam keadaan divakum, stopwatch dan tempat radioaktif. Proses penyinaran radiasi gamma dilakukan dengan variasi energi 0 kGy, 1 kGy, 2.5 kGy, 5 kGy dan 7.5 kGy. Langkah-langkah penyinaran yaitu dimulai dengan memasukkan sampel ke dalam iradiator Gamma Cell 220 yang sudah terdapat sumber radiasi Co^{60} . Gambar 3.2 merupakan alat Iradiator Gamma Cell 220 dan Gambar 3.3 merupakan gambaran bagian dalam tempat sampel serta sumber radiasi yang mengenai sampel pada iradiator Gamma Cell 220.



Gambar 3.2 Iradiator Gamma Cell 220



Gambar 3.3 Tempat sampel dan sumber radiasi pada Iradiator Gamma Cell 220

3.3.4 Pengukuran Kadar Protein Metode Biuret

- 1) Sebanyak 4 ml larutan protein ditambah 6 ml pereaksi (reagen Biuret), kemudian didiamkan selama 30 menit dalam suhu ruang.
- 2) Selanjutnya intensitas warna ungu larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.
- 3) Kurva standar digunakan larutan protein serum albumin (BSA, bovine serum albumin) secara seri, misalnya dari 0,1-1,0 %.
- 4) Kadar protein dihitung berdasarkan regresi kurva standar:

$$Y = a + bX$$

Y = nilai absorbansi

X = konsentrasi protein

3.3.5 Pengukuran Kadar Lemak Metode Ekstraksi Soxhlet

- 1) Ditimbang sampel sebanyak 1 gr – 2 gr, kemudian dimasukkan ke dalam selongsong kertas yang dialasi kapas.
- 2) Sumbat selongsong kertas yang berisi sampel tersebut dengan kapas, lalu keringkan dalam oven pada suhu tidak lebih dari 80°C selama kurang lebih satu jam. Kemudian dimasukkan ke dalam alat soxhlet yang telah berisi batu didih yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya.

- 3) Ekstrak dengan hexana atau pelarut lemak lainnya kurang lebih selama 6 jam.
- 4) Sulingkan hexana dan keringkan ekstrak lemak dalam oven pengering pada suhu 105°C .
- 5) Dinginkan dan timbang.
- 6) Ulangi pengeringan ini hingga tercapai bobot tetap.

3.3.6 Pengukuran Kadar Radikal Bebas Metode ESR

- 1) Sebelum diamati kandungan radikal bebas pada daging sapi, alat ESR dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan DPPH.
- 2) Kalibrasi dilakukan dengan diletakkan pipet yang telah diisi dengan DPPH di kumparan ESR *Leybold-Heracus*. DPPH berfungsi untuk membersihkan arus pada kumparan helmholtz yang merupakan sumber medan magnet yang menghasilkan impuls resonansi.
- 3) Selanjutnya diatur variabel resistor ESR dan diatur frekuensi sehingga dihasilkan impuls resonansi magnetik.
- 4) Kemudian ditentukan tombol dengan digeser-geser yang menunjukkan perubahan fase yang merupakan alat pengendali alat ESR sampai dihasilkan impuls resonansi yang berhimpit dan didapatkan impuls resonansi yang simetris pada layar osiloskop.
- 5) Di samping kalibrasi alat juga dilakukan perhitungan faktor g. Faktor g didapat dari variabel frekuensi dan arus yang dihasilkan.

3.3.7 Teknik Pengolahan Data

Tabel 3.1 Data Protein Daging Sapi

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	
5,0	
2,5	
1,0	
0,0	

Tabel 3.2 Data Lemak Daging Sapi

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	
5,0	
2,5	
1,0	
0,0	

Tabel 3.3 Data Radikal Bebas Daging Sapi

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5					
5,0					
2,5					
1,0					
0,0					

3.3.8 Analisis Data

Setelah diperoleh data pengaruh radiasi gamma terhadap kadar protein, lemak dan radikal bebas daging sapi dengan beberapa variasi energi, kemudian dibuat grafik hubungan antara energi radiasi dengan kadar protein, lemak dan radikal bebas serta grafik hubungan antara energi radiasi dengan lama waktu penyimpanan. Grafik kemudian dianalisis dan dideskripsikan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.1 Iradiasi Gamma

Langkah pertama penelitian ini yaitu persiapan sampel. Sampel yang digunakan adalah daging sapi yang diiris tipis-tipis. Kemudian sampel dibagi dalam 4 perlakuan yaitu daging sapi segar, dijemur, dioven dan difreezeed dry. Selanjutnya sampel dikemas dan divakum dalam plastik Nylon PE. Setelah divakum sampel diradiasi dengan sinar gamma. Proses radiasi menggunakan beberapa tingkatan energi yaitu dari 0 kGy, 1 kGy, 2.5 kGy, 5 kGy dan 7.5 kGy. Radiasi gamma terhadap sampel daging sapi menggunakan irradiator Gamma Cell 220 dengan sumber radioaktif Cobalt-60 di PAIR-BATAN Jakarta Selatan.

Sampel yang sudah siap untuk diradiasi kemudian dimasukkan ke dalam mesin Irradiator Gamma Cell 220. Faktor yang mempengaruhi tingkat energi radiasi ialah laju radiasi dan lama waktu pemaparan terhadap sampel. Sumber radiasi pada irradiator gamma cell 220 ini berbentuk seperti laser yang mengelilingi sampel, sehingga seluruh bagian dari sampel dapat teradiasi dengan rata. Secara matematis energi radiasi yang diterima oleh bahan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$D = t \times v \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

- D= energi radiasi
- t = waktu penyinaran
- v = laju energi radiasi

Cobalt-60 merupakan sumber radiasi yang biasa digunakan dalam proses iradiasi gamma karena karakteristiknya yang murni menghasilkan sinar gamma. Laju energi radiasi pada tabel 4.1 diperoleh dengan menginput energi radiasi yang dibutuhkan dan hasil yang tercatat adalah lama waktu penyinaran untuk mencapai energi yang dibutuhkan.

Tabel 4.1 Laju Energi dan Energi Dari Sumber Cobalt-60

Laju Energi (Gy/s)	Energi Radiasi (Gy)	Lama Paparan (s)
1,435	7500	5228
1,435	5000	3485
1,435	2500	1743
1,435	1000	1435
0	0	0

4.1.2 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein

1. Data Hasil Penelitian dan Analisis Daging Sapi Segar

a) Data Kadar Protein Daging Sapi Segar

Sampel daging sapi segar diuji kadar proteinnya menggunakan metode biuret. Sesuai dengan langkah perhitungan data pada metodologi, didapat hasil seperti pada tabel 4.2 yang merupakan data kadar protein untuk daging sapi segar.

Tabel 4.2 Kadar Protein Daging Sapi Segar

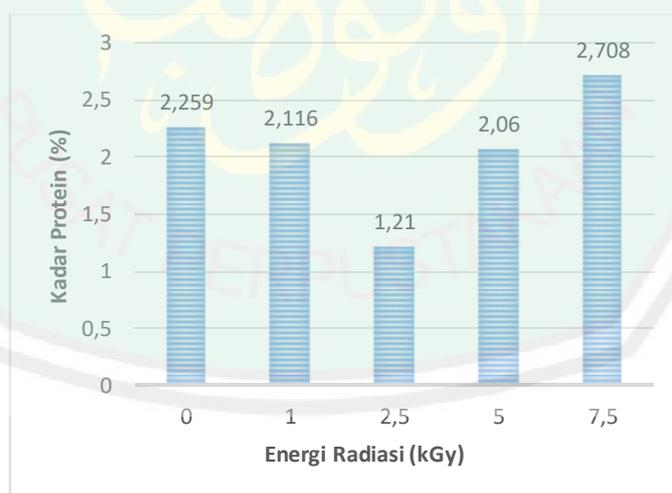
Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	2,708
5,0	2,060
2,5	1,210
1,0	2,116
0,0	2,259
0 (kontrol awal)	20,45

Tabel 4.2 merupakan data hasil perhitungan kadar protein daging sapi segar dengan metode biuret. Berdasarkan data pada tabel 4.2 diketahui bahwa

kadar protein daging sapi segar 20,45%, kadar tersebut tidak jauh berbeda dengan literatur pada kajian pustaka tabel 2.3 dengan kadar protein sebesar 18,80%. Penelitian ini dilanjutkan dengan memberi variasi energi radiasi gamma, sehingga data kadar protein yang didapat berbeda-beda. Pada energi radiasi 7,5 kGy kadar protein yang diperoleh adalah 2,708%. Kemudian data kadar protein daging sapi segar yang diradiasi dengan energi 5 kGy ialah 2,060%. Pada energi radiasi 2,5 kGy data kadar protein daging sapi segar adalah 1,210%. Kemudian pada energi radiasi 1 kGy data kadar protein yang didapat ialah 2,116%. Terakhir data kadar protein pada energi 0 kGy ialah 2,259%.

b) Analisis Data Kadar Protein Daging Sapi Segar

Hasil pengukuran data kadar protein daging sapi segar pada tabel 4.2 dapat dianalisis menggunakan grafik pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Segar

Berdasarkan gambar 4.1 diketahui bahwa ada pengaruh energi iradiasi gamma terhadap kandungan protein. Pada saat energi iradiasi yang diberikan berturut-turut 0 kGy, 1 kGy, 2,5 kGy dan 5 kGy nilai kadar protein yang diperoleh berada pada kisaran 2%, sedangkan pada energi iradiasi 7,5 kGy nilai kadar

protein yang diperoleh 2,7%. Pada energi radiasi 0 kGy, 1 kGy dan 2,5 kGy proses denaturasi dari protein terjadi karena mikroorganisme patogen. Pada sampel daging sapi segar tanpa radiasi nilai kadar proteinnya sedikit lebih tinggi dibandingkan daging sapi yang diradiasi dengan energi 1 kGy dan 2,5 kGy, karena proses denaturasi hanya disebabkan oleh bakteri sedangkan pada energi 1 kGy dan 2,5 kGy denaturasi terjadi karena bakteri dan energi radiasi. Kemudian pada energi radiasi 5 kGy dan 7,5 kGy nilai kadar protein mengalami kenaikan. Hal ini terjadi karena energi radiasi yang diberikan cukup besar sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Oleh karena itu proses denaturasi tidak terlalu banyak terjadi pada sampel daging sapi yang diradiasi dengan energi 5 kGy dan 7,5 kGy. Berdasarkan grafik yang didapat, daging sapi segar yang diradiasi dengan energi 7,5 kGy, 5 kGy, 2,5 kGy dan 1 kGy mempunyai nilai kadar protein yang stabil pada angka 1 - 2,2 %.

2. Data Hasil Penelitian dan Analisis Daging Sapi Jemur

a) Data Kadar Protein Daging Sapi Jemur

Data hasil pengukuran kadar protein menggunakan metode biuret yang didapat tertera pada tabel 4.3.

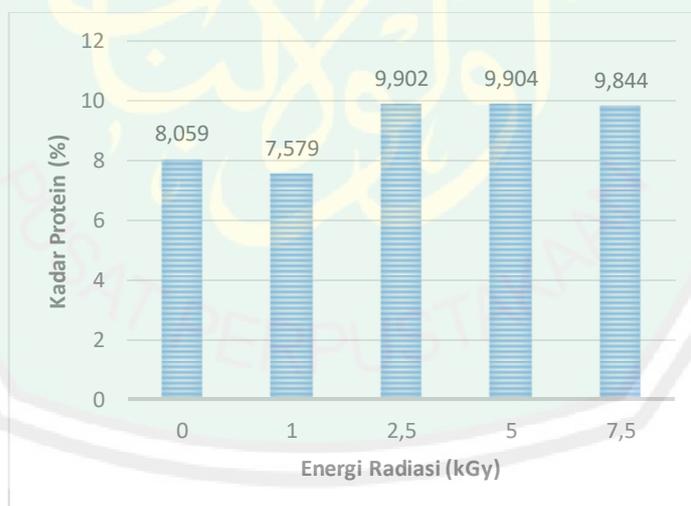
Tabel 4.3 Kadar Protein Daging Sapi Jemur

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	9,844
5,0	9,904
2,5	9,902
1,0	7,579
0,0	8,059

Berdasarkan data hasil pengukuran kadar protein daging jamur pada tabel 4.3, diketahui bahwa pada energi radiasi 7,5 kGy didapatkan kadar protein senilai 9,844%. Saat energi radiasi yang diberikan dikurangi menjadi 5 kGy maka nilai kadar protein yang didapat ialah 9,904%. Pada energi radiasi 2,5 kGy kadar protein yang terhitung ialah 9,902%. Kemudian pada energi iradiasi 1 kGy dan 0 kGy diperoleh nilai kadar protein berturut-turut 7,579% dan 8,059%.

b) Analisis Data Kadar Protein Daging Sapi Jemur

Berdasarkan data kadar protein daging sapi jamur pada tabel 4.3 dapat dilakukan analisis data dengan memplot data kadar protein daging sapi jamur pada sebuah grafik. Gambar 4.2 merupakan grafik hubungan antara energi radiasi dan kadar protein daging sapi jamur.



Gambar 4.2 Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Jemur

Data kadar protein pada gambar 4.2 menerangkan bahwa nilai kadar protein daging sapi jamur dan diiradiasi dengan berbagai energi menunjukkan adanya perbedaan. Pada energi radiasi 1 kGy didapat nilai kadar protein terendah dibandingkan 3 energi radiasi di atasnya yaitu 7,579%, sedangkan pada daging

sapi jemur tanpa radiasi nilai kadar proteinnya lebih tinggi kurang lebih 0,5%. Hal ini dapat terjadi karena pada energi 0 kGy denaturasi protein hanya disebabkan oleh bakteri, sedangkan pada energi radiasi 1 kGy ada pengaruh radiasi berenergi rendah yang hanya menimbulkan radikal bebas pada sampel tanpa diikuti dengan penghambatan pertumbuhan bakteri patogen. Kemudian pada energi radiasi 2,5 kGy, 5 kGy dan 7,5 kGy nilai kadar protein yang terhitung berada pada kisaran 9%, nilai kadar protein cukup tinggi karena proses radiasi dengan energi yang besar dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Selain pengaruh dari radiasi, sinar matahari yang tidak terlalu panas juga dapat membunuh bakteri sehingga pada sampel daging sapi yang dijemur nilai kadar proteinnya cukup tinggi. Berdasarkan grafik data kadar protein daging sapi jemur, nilai kadar protein stabil pada angka 9 - 9,9%.

3. Data Hasil Penelitian dan Analisis Daging Sapi Oven

a) Data Kadar Protein Daging Sapi Oven

Pengukuran protein menggunakan metode biuret pada sampel daging sapi yang dioven menghasilkan data sebagaimana pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kadar Protein Daging Sapi Oven

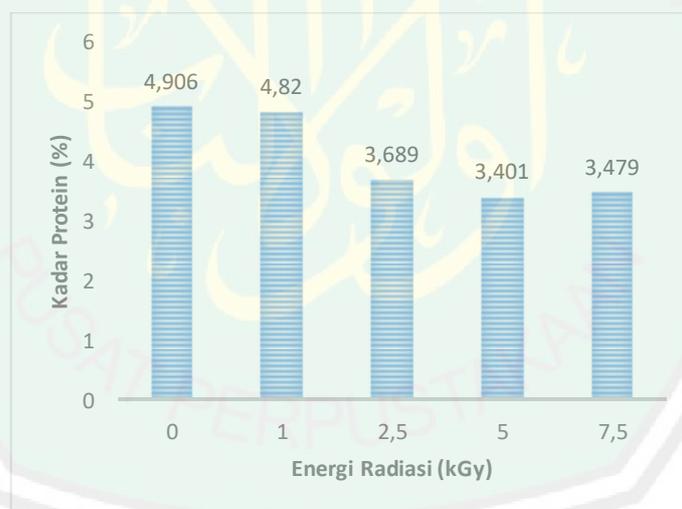
Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	3,479
5,0	3,401
2,5	3,689
1,0	4,820
0,0	4,906

Tabel 4.4 di atas merupakan data hasil penelitian kadar protein daging sapi yang dioven pada suhu 105°C selama 3 jam. Berdasarkan data tersebut diketahui

bahwa nilai kadar protein pada saat energi radiasi yang diberikan 7,5 kGy adalah 3,479%. Pada energi radiasi 5 kGy kadar protein yang didapat ialah 3,401%, kemudian pada energi radiasi 2,5 kGy nilai kadar protein yang didapat ialah 3,689%. Kadar protein senilai 4,820% didapatkan saat energi radiasi yang diberikan adalah 1 kGy, dan 4,906% saat daging sapi oven tidak diradiasi.

b) Analisis Data Kadar Protein Daging Sapi Oven

Berdasarkan tabel 4.4 yang merupakan hasil data kadar protein daging sapi oven, analisis dapat dilakukan dengan mengplot data dalam sebuah grafik. Gambar 4.3 merupakan grafik data hasil pengukuran kadar protein pada daging sapi yang dioven.



Gambar 4.3 Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Oven

Gambar 4.3 merupakan data kadar protein daging sapi yang dioven. Grafik data pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai kadar protein berangsur-angsur menurun seiring dengan bertambahnya energi radiasi yang diberikan. Hal tersebut dapat diketahui pada kadar protein daging sapi oven yang tidak diradiasi memiliki nilai kadar protein tertinggi dan nilai kadar protein terendah didapat saat energi

radiasi cukup tinggi yaitu 5 kGy dan 7,5 kGy. Hal ini terjadi karena suhu oven yang cukup tinggi menyebabkan terjadinya proses denaturasi protein dan ditambah dengan proses radiasi menggunakan energi yang cukup besar sehingga dapat memutus ikatan peptida dari protein. Oleh sebab itu nilai kadar protein daging sapi yang dioven mengalami penurunan akibat suhu yang tinggi ditambah dengan energi radiasi yang besar. Berdasarkan grafik, angka stabil untuk kadar protein daging sapi oven yang diradiasi ialah 3,4 – 4,8%.

4. Data Hasil Penelitian dan Analisis Daging Sapi Freezed Dry

a) Data Kadar Protein Daging Sapi Freezed Dry

Data kadar protein daging sapi yang difreezeed dry dihitung menggunakan metode biuret dan dituliskan dalam bentuk tabel sebagaimana terdapat pada tabel 4.5.

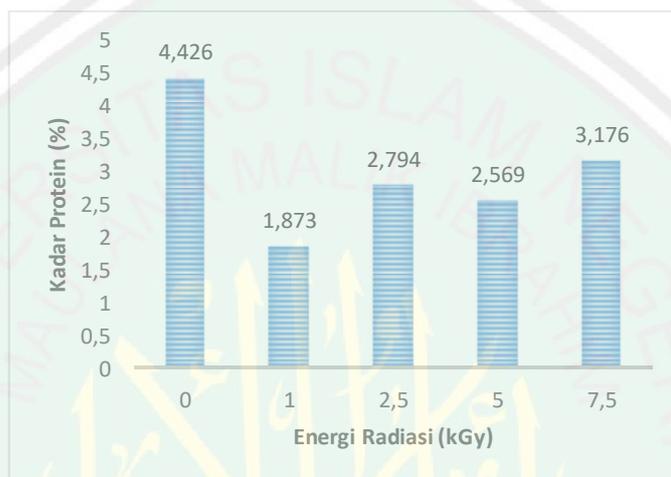
Tabel 4.5 Kadar Protein Daging Freezed Dry

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	3,176
5,0	2,569
2,5	2,794
1,0	1,873
0,0	4,426

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui bahwa pada energi radiasi 7,5 kGy kadar protein yang didapat ialah 3.176%, kemudian pada energi radiasi 5 kGy data kadar protein yang didapat ialah 2,569%. Selanjutnya pada energi radiasi 2,5 kGy dan 1 kGy berturut-turut didapatkan kadar protein senilai 2,794% dan 1,873%, sedangkan nilai kadar protein pada daging sapi freezed dry yang tidak diradiasi atau energi radiasi sama dengan nol ialah 4,426%.

b) Analisis Data Kadar Protein Daging Sapi Freezed Dry

Analisis data kadar protein daging sapi yang difreeze dry dapat dipermudah melalui bentuk grafik dengan memplot data yang didapat pada tabel 4.5. Gambar 4.4 merupakan grafik data kadar protein daging sapi freezed dry.

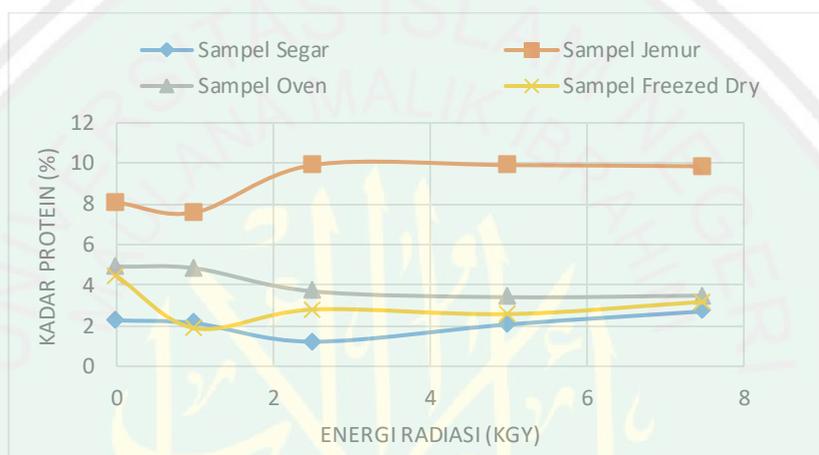


Gambar 4.4 Grafik Data Kadar Protein Daging Sapi Freezed Dry

Berdasarkan grafik pada gambar 4.4 nilai kadar protein yang tertinggi didapat saat sampel tidak diradiasi, hal ini terjadi karena proses Freezed Dry sudah dapat membunuh bakteri patogen, sehingga proses denaturasi protein tidak banyak terjadi. Sedangkan pada energi radiasi rendah, pengaruh yang diterima oleh sampel hanya menimbulkan radikal bebas yang dapat mendenaturasi protein, kemudian pada energi radiasi yang cukup besar nilai kadar protein mengalami kenaikan lagi karena bakteri patogen yang terbunuh cukup banyak meskipun terdapat radikal bebas yang dapat menyebabkan denaturasi protein. Sehingga pada energi radiasi 7,5 kGy penurunan nilai kadar protein tidak terlalu jauh dari nilai kadar protein sampel yang tidak diradiasi.

5. Perbandingan Data Kadar protein Daging Sapi dari Masing-masing Perlakuan

Perbandingan data kadar protein daging sapi dari masing-masing perlakuan dapat dilakukan analisis dengan cara menggabungkan data hasil kadar protein tersebut ke dalam bentuk grafik pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Data Kadar Protein dari Masing-masing Perlakuan

Gambar 4.5 menunjukkan perbedaan hasil kadar protein daging sapi dari setiap perlakuan. Dari gambar tersebut diketahui bahwa nilai kadar protein daging sapi tertinggi diperoleh pada perlakuan sampel yang dijemur. Kemudian pada sampel yang dioven menempati tingkat kedua nilai kadar protein tertinggi, selanjutnya diikuti dengan sampel yang difreeze dry dan sampel daging segar. Jika dilihat dari energi radiasi yang diberikan dan pengaruhnya terhadap kadar protein, sampel yang dijemur tetap memiliki kadar protein tertinggi dibandingkan perlakuan yang lain, baik itu pada energi radiasi 0 kGy, 1 kGy, 2,5 kGy, 5 kGy dan 7,5 kGy nilai kadar protein daging sapi yang dijemur jauh lebih tinggi dibandingkan tiga perlakuan lainnya yaitu dioven, difreeze dry dan sampel segar.

Sampel yang dioven, difreezeed dry dan segar memiliki kadar protein yang tidak jauh berbeda, dari ketiga perlakuan tersebut nilai kadar protein untuk energi radiasi 7,5 kGy berada pada kisaran 2-4%, kemudian pada energi radiasi 5 kGy nilai kadar protein untuk perlakuan freezed dry, jamur dan segar berada pada kisaran 2-4% juga. Selanjutnya pada energi radiasi 2,5 kGy kadar protein yang didapat dari tiga perlakuan selain dijemur berada pada kisaran 1-4%. Sedangkan untuk energi radiasi 1 kGy nilai kadar protein yang didapat berada pada kisaran 2-5% dan untuk energi radiasi 0 kGy atau tanpa radiasi nilai proteinnya berada pada kisaran 2-5%.

Diketahui bahwa untuk kadar protein tertinggi didapat pada sampel yang dijemur, hal ini terjadi karena panas sinar matahari yang diterima oleh sampel tidak terlalu panas dibandingkan sampel yang dioven. Suhu oven yang konstan yaitu 105°C memanasi sampel selama kurang-lebih 3 jam, hal tersebut dapat mendenaturasi protein, denaturasi bisa berupa terputusnya rantai protein. Dari grafik tersebut juga dapat diketahui bahwa energi radiasi gamma dapat mempertahankan kadar protein untuk waktu penyimpanan 12 hari, karena pada grafik diketahui bahwa dengan energi radiasi yang cukup tinggi yaitu 7,5 kGy kadar protein yang terdapat dalam sampel masih mendekati kadar protein sampel daging yang tidak diradiasi, meski terdapat penurunan dibandingkan yang tidak radiasi. Namun dengan energi radiasi yang tinggi kadar protein jauh lebih terjaga dari kerusakan, karena pada grafik sudah jelas bahwa pada energi radiasi 7,5 kGy nilai protein selalu lebih tinggi dibandingkan tiga energi radiasi yang lebih rendah yaitu 5 kGy, 2,5 kGy dan 1 kGy.

4.1.3 Data Hasil Pengukuran Kadar Lemak

1. Data Hasil Penelitian Daging Sapi Segar

Lemak adalah salah satu kandungan gizi yang penting bagi tubuh, dalam penelitian ini dilakukan uji kadar lemak menggunakan metode uji Soxhlet. Metode ini juga disebut metode ekstraksi langsung, prinsip dari metode ini yaitu ekstraksi lemak menggunakan pelarut petroleum benzena, petroleum eter, aseton, dan lainnya. Data kadar lemak yang diperoleh dari metode ekstraksi soxhlet dapat dilihat dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kadar Lemak Daging Segar

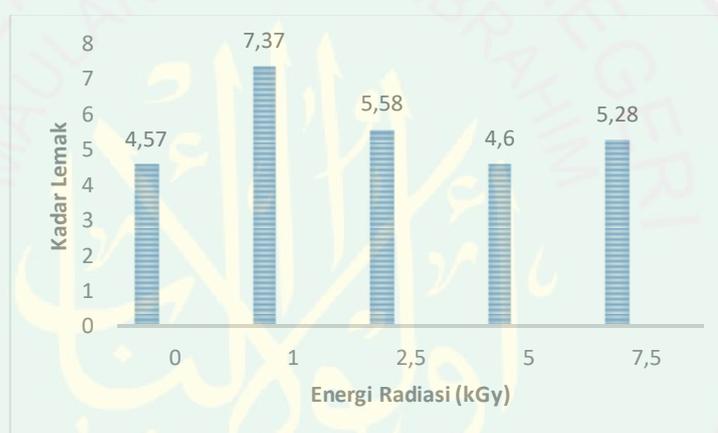
Energi Radiasi (kGy)	Kadar Lemak (%)
7,5	5,28
5,0	4,60
2,5	5,58
1,0	7,37
0,0	4,57
0 (kontrol awal)	10,11

Tabel 4.6 merupakan tabel data kadar lemak daging sapi segar yang diradiasi dengan radiasi gamma. Berdasarkan tabel 4.6 nilai kadar lemak pada daging sapi segar tanpa penyimpanan ialah 10,11%, sedangkan pada beberapa literatur, nilai kadar lemak daging sapi segar ialah 14,4% hal ini menunjukkan perbedaan yang tidak jauh antara literatur dan data hasil penelitian yang didapat. Kemudian saat diberi perlakuan radiasi, nilai kadar lemak mengalami perubahan, pada energi radiasi 7,5 kGy nilai kadar lemak yang didapat ialah 5,28%. Selanjutnya pada energi radiasi gamma sebesar 5 kGy nilai kadar lemak yang diperoleh ialah 4,60%. Lalu pada energi radiasi di bawahnya yaitu 2,5 kGy didapat nilai kadar lemak senilai 5,58%. Pada energi radiasi yang diberikan ialaha

1 kGy, nilai kadar lemak yang didapat ialah 7,37%. Sedangkan pada perlakuan daging sapi segar tanpa radiasi namun terdapat penyimpanan kadar lemak yang didapat ialah 4,57%.

2. Analisis Data Kadar Lemak Daging Sapi Segar

Hasil pengukuran kadar lemak dengan metode ekstraksi Soxhlet sebagaimana terdapat pada tabel 4.6, dapat dianalisis menggunakan grafik pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Data Kadar Lemak Daging Sapi Segar

Grafik 4.6 merupakan grafik data hasil pengukuran kadar lemak daging sapi segar yang telah diradiasi dengan beberapa macam energi radiasi. Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa pada energi radiasi 1 kGy nilai kadar lemak cukup tinggi, sedangkan 4 variasi energi lainnya lebih rendah. Hal ini bisa terjadi karena dengan energi radiasi 1 kGy kadar lemak pada sampel tetap terjaga, baik itu dari mikroba atau organisme-organisme lain yang dapat merusak dan energi radiasi yang diserap tidak terlalu besar, sehingga cocok untuk menjaga susunan lemak dari kerusakan karena radiasi. Kemudian pada energi radiasi 2,5 kGy, 5 kGy dan 7,5 kGy mengalami penurunan nilai kadar lemak karena proses

radiasi menggunakan energi yang cukup besar selain dapat membunuh bakteri patogen tetapi juga merusak susunan dari lemak hingga terpecah menjadi molekul yang lebih sederhana.

4.1.4 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas

1. Radikal Bebas pada Daging Sapi Segar tanpa Iradiasi

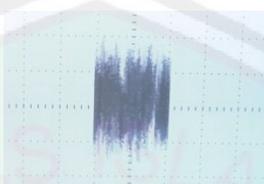
Sampel yang digunakan pada penelitian ini ialah daging sapi segar yang kemudian diberi perlakuan paparan sinar gamma dengan variasi energi 7,5 kGy, 5 kGy, 2,5 kGy, 1 kGy dan 0 kGy. pemaparan radiasi gamma bertujuan untuk mengetahui pengaruh radiasi gamma terhadap jumlah dan jenis radikal bebas yang terdapat pada sampel. Tabel 4.7 merupakan data hasil pengukuran radikal bebas pada daging sapi segar tanpa iradiasi.

Tabel 4.7 Data Radikal Bebas Daging Sapi Segar tanpa Iradiasi

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
0	$17,2 \times 10^6$	0,195	$8,22 \times 10^{-4}$	1,3862979	-

Sampel kontrol yang digunakan merupakan daging sapi segar yang tidak diradiasi. Setelah dilakukan pengukuran radikal bebas terhadap sampel kontrol, ternyata nilai faktor g tidak memenuhi syarat atau belum termasuk dalam kisaran bilangan jenis radikal bebas apapun, hal ini berarti pada sampel kontrol tersebut tidak ada jenis radikal bebas yang ditangkap. Sampel kontrol pada gambar resonansi juga menunjukkan tidak adanya cekungan melainkan berbentuk hampir

menyerepui garis lurus, hal tersebut menandakan tidak adanya radikal bebas pada sampel, gambar 4.7 merupakan gambar resonansi sampel kontrol.



Gambar 4.7 Resonansi Sampel kontrol

2. Data Hasil Penelitian dan Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Segar

a) Data Hasil Penelitian Radikal Bebas Daging Sapi Segar

Penelitian ini dilanjutkan dengan mengukur radikal bebas pada daging sapi segar yang dipapari radiasi gamma dan menggunakan beberapa variasi energi. Pengukuran radikal bebas menggunakan metode ESR *Heracus-Leybold*. Variasi energi yang diberikan juga mempengaruhi nilai faktor g yang terhitung, tabel 4.8 merupakan data hasil pengukuran radikal bebas pada daging sapi segar.

Tabel 4.8 Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Segar

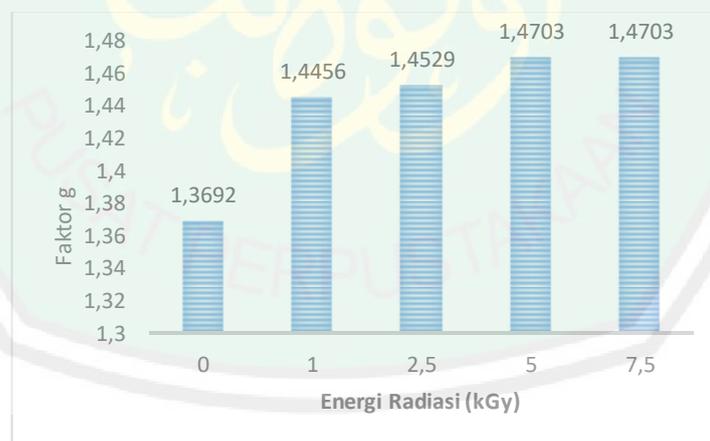
Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$17,6 \times 10^6$	0,197	$8,33 \times 10^{-4}$	1,4703	O
5,0	$17,6 \times 10^6$	0,196	$8,33 \times 10^{-4}$	1,4703	O
2,5	$17,3 \times 10^6$	0,196	$8,29 \times 10^{-4}$	1,4529	O
1,0	$17,3 \times 10^6$	0,197	$8,33 \times 10^{-4}$	1,4456	O
0,0	$15,9 \times 10^6$	0,196	$8,29 \times 10^{-4}$	1,3692	-

Tabel 4.8 menunjukkan data hasil pengukuran radikal bebas pada daging sapi segar. Penentuan jenis radikal bebas didapat dari besar kecilnya nilai faktor g yang dapat dihitung dari frekuensi dan arus yang kemudian dihitung nilai medan magnetnya, barulah didapat nilai faktor g. Berdasarkan data pada tabel tersebut

ada pengaruh dari penyinaran gamma yang diberikan sehingga didapat hasil yang berbeda. Pada energi radiasi 7,5 kGy nilai faktor g yang didapat ialah 1,4703, kemudian pada energi radiasi 5 kGy nilai faktor g yang terhitung adalah 1,4781. Selanjutnya pada energi radiasi yang lebih rendah yaitu 2,5 kGy nilai faktor g yang terhitung ialah 1,4529, dan pada energi radiasi lebih rendah lagi yaitu 1 kGy nilai faktor g yang tercatat ialah 1,4456, lalu pada energi radasi 0 kGy nilai faktor g adalah 1,3692.

b) Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Segar

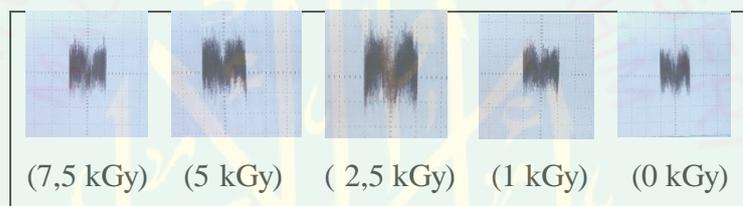
Penentuan jenis radikal bebas terhadap sampel yang menggunakan alat ESR Heracus Leybold, lebih terlihat jelas perbedaannya jika dilihat menggunakan grafik. Gambar 4.8 merupakan grafik pengaruh radiasi terhadap jenis radikal bebas daging sapi segar.



Gambar 4.8 Grafik Data Radikal Bebas pada Daging Sapi Segar

Berdasarkan data pada gambar 4.8 terlihat adanya perbedaan nilai faktor g yang terukur dari beberapa variasi energi yang ada. Pada energi radiasi 7,5; 5; 2,5; dan 1 kGy nilai faktor g yang terukur berada pada kisaran 1,44-1,47, sedangkan pada saat tanpa radiasi atau energi radiasi 0 kGy nilai faktor g yang terukur lebih

rendah yaitu 1,36. Hal tersebut menunjukkan bahwa variasi energi radiasi yang diberikan menghasilkan nilai faktor g yang tidak jauh berbeda antara energi radiasi yang satu dan energi radiasi yang lainnya. Berdasarkan data pada grafik semakin tinggi energi radiasi yang diberikan, maka nilai faktor g yang didapat juga semakin tinggi. Pengaruh radiasi juga dapat dilihat dari bentuk resonansi yang terlihat pada osiloskop, gambar 4.9 merupakan gambar spektrum resonansi sampel daging segar untuk semua variasi energi radiasi.



Gambar 4.9 Spektrum Resonansi Daging Sapi Segar

3. Data Hasil Penelitian dan Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Jemur

a) Data Hasil Penelitian Radikal Bebas Daging Sapi Jemur

Radikal bebas juga diukur pada sampel daging sapi yang dijemur dan diradiasi. Pengukuran radikal bebas dilakukan menggunakan metode ESR. Nilai faktor g yang didapat dapat digunakan untuk menentukan jenis radikal bebas yang ada pada sampel. Sampel juga diradiasi menggunakan radiasi gamma dan beberapa variasi energi yaitu 7,5 kGy, 5 kGy, 2,5 kGy, 1 kGy, dan 0 kGy. pemberian energi radiasi yang berbeda menyebabkan ketidak samaan pada nilai faktor g yang didapat, tabel 4.9 merupakan data hasil penelitian radikal bebas.

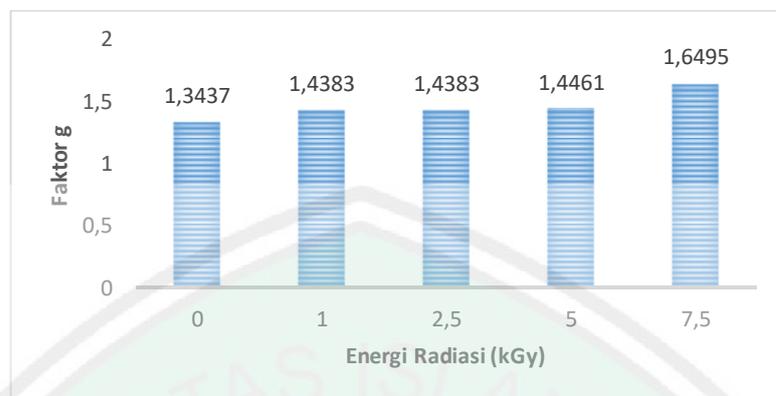
Tabel 4.9 Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Jemur

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$19,8 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,6495	O
5,0	$17,4 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4461	O
2,5	$17,3 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4383	O
1,0	$17,3 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4383	O
0,0	$16,2 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,3814	-

Tabel 4.9 merupakan tabel data hasil pengukuran radikal bebas pada daging sapi yang diiradiasi dan dijemur. Berdasarkan data tersebut nilai faktor g yang didapat bermacam-macam. Pada energi radiasi 7,5 kGy nilai faktor g yang terhitung ialah 1,6495. Kemudian pada energi radiasi di bawahnya yaitu 5 kGy nilai faktor g yang didapat ialah 1,4461. Sedangkan pada energi radiasi 2,5 kGy nilai faktor g yang tercatat adalah 1,4383. Selanjutnya pada energi radiasi 1 kGy nilai faktor g yang diperoleh ialah 1,6798 dan pada radiasi 0 kGy nilai faktor g yang didapat ialah 1,3437.

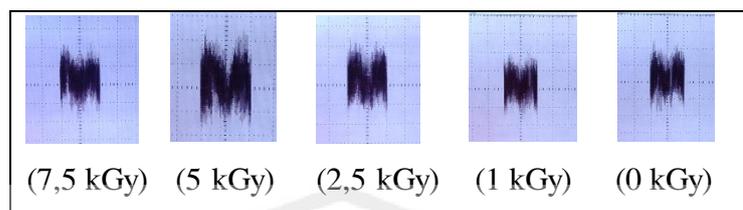
b) Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Jemur

Data pada tabel 4.9 kemudian dilanjutkan dengan analisis. Analisis kadar atau jenis radikal bebas dapat dilakukan dengan memplot data pada tabel 4.9 dalam sebuah grafik. Sehingga perbedaan nilai faktor g yang didapat dapat terlihat jelas. Gambar 4.10 merupakan grafik nilai faktor g yang tercatat.



Gambar 4.10 Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Jemur

Berdasarkan grafik pada gambar 4.10 dapat diketahui bahwa energi radiasi dari Co-60 memiliki pengaruh terhadap jumlah atau jenis radikal bebas pada sampel. Terlihat bahwa pada energi radiasi 0 kGy atau tanpa radiasi, nilai faktor g yang tercatat lebih kecil dibandingkan empat variasi energi lainnya yaitu 1 kGy, 2,5 kGy, 5 kGy dan 7,5 kGy. Berdasarkan grafik juga diketahui bahwa pengaruh energi radiasi pada penelitian ini yang menggunakan metode ESR Heracus Leybold menunjukkan hasil faktor g yang tidak terlalu jauh pada setiap tingkat energi radiasi. Nilai faktor g yang didapat berada pada kisaran 1,4-1,6. Energi radiasi berperan aktif dalam menimbulkan radikal bebas sehingga data yang diperoleh saat radiasi 0 kGy tidak termasuk dalam jenis radikal bebas. Semakin tinggi energi radiasi yang diberikan pada sampel, maka radikal bebas yang terdapat pada sampel semakin banyak juga sehingga nilai faktor g semakin tinggi. Perbedaan pengaruh energi radiasi juga dapat dilihat dari gambar resonansi pada osiloskop. Berikut daftar gambar resonansi radikal bebas pada daging sapi yang dijemur.



Gambar 4.11 Spektrum Resonansi Daging Sapi Jemur

4. Data Hasil dan Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Oven

a) Data Hasil Penelitian Radikal Bebas Daging Sapi Oven

Selain sampel daging segar dan jemur, penelitian juga dilakukan pada sampel daging sapi yang dioven. Perlakuan selanjutnya sama yaitu diradiasi menggunakan radiasi dari Co-60. Energi radiasi yang diberikan pun memiliki variasi yang sama, yaitu 7,5 kGy, 5 kGy, 2,5 kGy, 1 kGy dan 0 kGy. Pada sampel daging sapi yang dioven, pengukuran radikal bebas juga menggunakan metode yang sama yaitu metode ESR Heracus Leybold. Variasi energi radiasi yang diberikan mempengaruhi nilai faktor g yang didapat dari masing-masing sampel, tabel 4.10 merupakan data yang didapat.

Tabel 4.10 Data Hasil Radikal Bebas Daging Sapi Oven

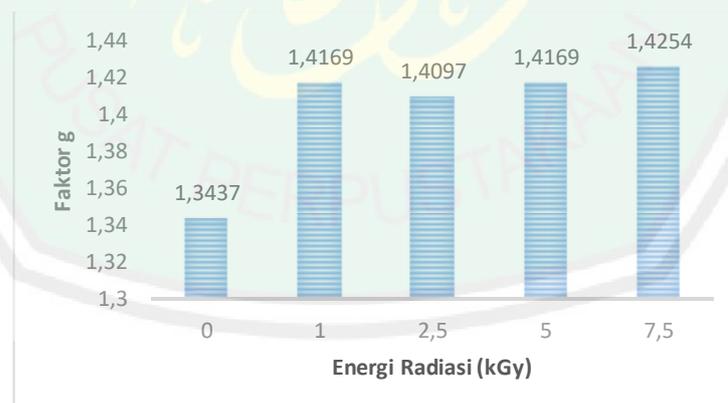
Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$16,8 \times 10^6$	0,194	$8,2087 \times 10^{-4}$	1,4254	O
5,0	$16,7 \times 10^6$	0,194	$8,2088 \times 10^{-4}$	1,4169	O
2,5	$16,9 \times 10^6$	0,195	$8,2510 \times 10^{-4}$	1,4097	O
1,0	$16,7 \times 10^6$	0,194	$8,2088 \times 10^{-4}$	1,4169	O
0,0	$15,6 \times 10^6$	0,194	$8,2088 \times 10^{-4}$	1,3610	-

Tabel 4.10 merupakan tabel data hasil pengukuran radikal bebas pada daging sapi yang dioven. Berdasarkan tabel 4.10 diketahui bahwa nilai faktor g yang didapat beragam, hal tersebut karena dipengaruhi energi radiasi gamma yang diberikan. Sama dengan perlakuan pada daging sapi segar dan jemur, sampel

daging sapi oven juga diradiasi gamma dengan beberapa macam energi, yaitu diurut dari paling besar 7,5 kGy, 5 kGy, 2,5 kGy, 1 kGy dan 0 kGy. Pada energi radiasi 7,5 kGy nilai faktor g yang tercatat ialah 1,4524. Kemudian pada energi radiasi 5 kGy nilai faktor g yang didapat ialah 1,4169, lalu pada energi radiasi 2,5 kGy nilai faktor g yang terhitung ialah 1,4097. Sedangkan pada energi radiasi 1 kGy nilai faktor g yang diperoleh adalah 1,4169 dan pada energi radiasi 0 kGy nilai faktor g yang tercatat ialah 1,3437.

b) Analisis Radikal Bebas pada Daging Sapi Oven

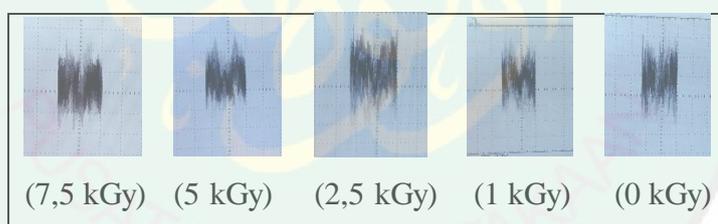
Analisis radikal bebas pada daging yang dioven dan diradiasi gamma dapat dilakukan menggunakan grafik perbandingan antara energi radiasi yang diberikan dan nilai faktor g yang terhitung. Grafik perbandingan tersebut membantu memudahkan dalam menganalisis. Gambar 4.12 merupakan grafik radikal bebas daging sapi oven.



Gambar 4.12 Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Oven

Berdasarkan gambar 4.12 cukup terlihat perbedaan nilai faktor g dari masing-masing energi radiasi yang diberikan. Sama halnya dengan data radikal bebas pada daging sapi yang segar dan dijemur, nilai faktor g pada energi radiasi

0 kGy (tanpa radiasi) selalu lebih rendah dibandingkan energi radiasi yang lain, bahkan tidak termasuk dalam jenis radikal bebas apapun. Sedangkan empat energi radiasi lainnya memiliki nilai faktor g yang berada pada kisaran 1,4, sehingga masih tergolong dalam jenis radikal bebas O. Energi radiasi tertinggi yaitu 7,5 kGy juga menghasilkan nilai faktor g yang cukup tinggi dibandingkan dengan energi radiasi dibawahnya yaitu 5 kGy, 2,5 kGy dan 1 kGy. dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi energi radiasi yang diberikan maka nilai faktor g yang terhitung semakin besar. Diketahui bahwa energi radiasi dapat menimbulkan radikal bebas sehingga mempengaruhi gambar spektrum resonansi pada osiloskop, oleh karena itu setiap tingkat energi radiasi yang diberikan menghasilkan spektrum resonansi yang berbeda-beda sebagaimana gambar 4.13 yang merupakan gambar resonansi daging sapi oven.



Gambar 4.13 Spektrum Resonansi Daging Sapi Oven

5. Data Hasil dan Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Freezed Dry

a) Data Hasil Penelitian Radikal Bebas Daging Sapi Freezed Dry

Selain sampel daging sapi segar, jemur dan oven, perlakuan pada penelitian dilengkapi dengan sampel daging sapi yang difreezed dry (kering beku). Sama dengan perlakuan sebelumnya sampel daging sapi freezed dry juga diberi radiasi gamma dengan sumber yang sama pula yaitu Co-60. Variasi energi radiasi yang diberikan juga sama dengan perlakuan yang lain yaitu 7,5 kGy, 5

kGy, 2,5 kGy, 1 kGy dan 0 kGy. kemudian sampel diukur radikal bebasnya menggunakan metode ESR Heracus Leybold, tabel 4.11 merupakan data hasil penelitian radikal bebas daging sapi freezed dry.

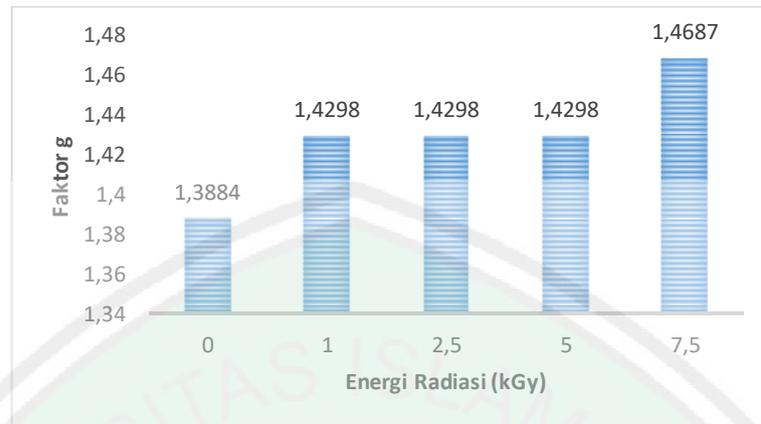
Tabel 4.11 Data Hasil Radikal Bebas Daging Freezed Dry

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$17,4 \times 10^6$	0,195	$8,2510 \times 10^{-4}$	1,4687	O
5,0	$17,3 \times 10^6$	0,197	$8,3356 \times 10^{-4}$	1,4298	O
2,5	$17,2 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4298	O
1,0	$17,3 \times 10^6$	0,197	$8,3356 \times 10^{-4}$	1,4298	O
0,0	$16,2 \times 10^6$	0,197	$8,3356 \times 10^{-4}$	1,3884	-

Berdasarkan tabel data hasil penelitian radikal bebas pada daging sapi freezed dry, nilai faktor g yang dihitung bermacam-macam. Saat energi radiasi tertinggi yaitu 7,5 kGy nilai faktor g yang didapat juga paling tinggi yaitu 1,4687. Sedangkan pada energi radiasi 5 kGy nilai faktor g yang didapat ialah 1,4060. Kemudian pada energi radiasi setengahnya yaitu 2,5 kGy didapat nilai faktor g 1,4298 dan pada energi radiasi 1 kGy nilai faktor g sama dengan nilai faktor g pada energi radiasi 2,5 kGy yaitu 1,4928. Lalu pada energi radiasi 0 kGy atau tanpa radiasi nilai faktor g yang diperoleh lebih kecil yaitu 1,3884.

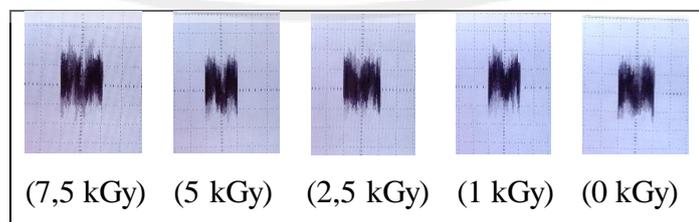
b) Analisis Radikal Bebas Daging Sapi Freezed Dry

Proses analisis data pada daging sapi freezed dry dapat dipermudah dengan membuat grafik perbandingan antara energi radiasi yang diberikan dengan nilai faktor g yang diperoleh. Gambar 4.14 merupakan grafik perbandingan antara radiasi gamma yang diberikan dan nilai faktor g yang dihitung.



Gambar 4.14 Grafik Data Radikal Bebas Daging Sapi Freezed Dry

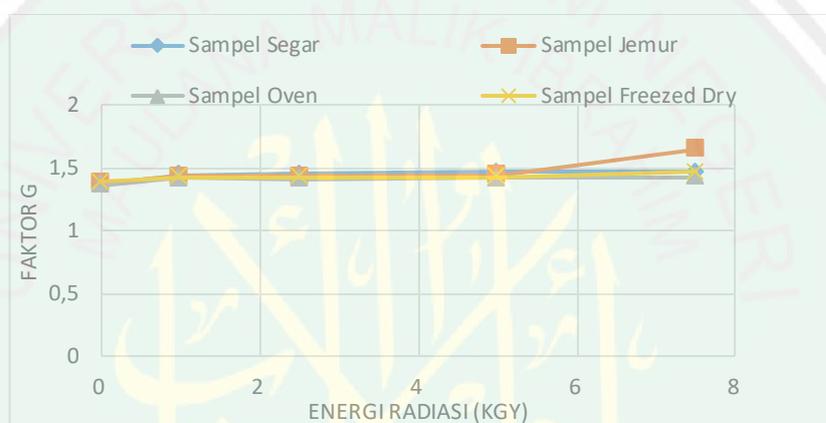
Grafik perbandingan antara energi radiasi dan nilai faktor g yang didapat dari sampel daging sapi freezed dry menunjukkan adanya perbedaan nilai faktor g yang diperoleh. Ada kesamaan nilai faktor g pada energi radiasi 1 kGy, 2,5 kGy dan 5 kGy. Kemudian pada energi radiasi tertinggi nilai faktor g yang didapat juga tinggi dan pada energi radiasi terendah atau tanpa radiasi memiliki nilai faktor g yang terkecil pula sehingga tidak termasuk dalam jenis radikal bebas. Hal tersebut menjelaskan bahwa energi radiasi dapat menimbulkan radikal bebas pada sampel. Perbedaan nilai faktor g yang dihitung juga dapat dilihat perbedaannya dari gambar spektrum resonansi yang tertangkap pada osiloskop. Gambar 4.15 merupakan spektrum resonansi radikal bebas pada daging sapi freezed dry.



Gambar 4.15 Spektrum Resonansi Daging Sapi Freezed Dry

6. Perbandingan Data Radikal Bebas Daging Sapi dari Masing-masing Perlakuan

Beberapa macam perlakuan yang diberikan pada sampel dapat diketahui dengan mudah hasilnya melalui grafik perpaduan antara perlakuan masing-masing sampel, energi radiasi dan nilai faktor g yang terhitung. Gambar 4.16 merupakan grafik nilai faktor g yang diperoleh dari masing-masing perlakuan.



Gambar 4.16 Grafik Data Radikal Bebas Semua Perlakuan

Gambar 4.16 merupakan gambar grafik data radikal bebas yang diperoleh dari semua perlakuan baik itu daging sapi segar, jemur, oven dan freezed dry. Terlihat jelas bahwa pada energi radiasi 0 kGy (tanpa radiasi) nilai faktor g selalu rendah untuk semua perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa pada saat tidak diradiasi, radikal bebas yang terkandung dalam sampel tidak terlalu banyak dan tidak termasuk dalam jenis radikal bebas apapun. Tidak terlalu banyak perbedaan nilai faktor g yang terhitung dari semua perlakuan, semua memiliki nilai faktor g yang hampir sama di setiap tingkat energi yang diberikan. Hanya saja ada sedikit perbedaan pada sampel daging yang dijemur, nilai faktor g yang didapat sedikit lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Hal ini menjelaskan bahwa selain

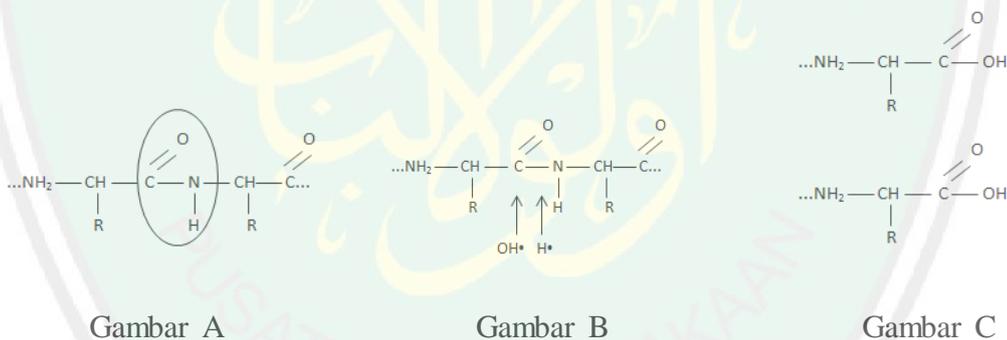
diradiasi pengaruh perlakuan juga memberikan dampak radikal bebas pada sampel. Diketahui juga bahwa semakin tinggi energi radiasi yang diberikan pada sampel, maka nilai faktor g yang terhitung juga semakin banyak. Hal tersebut menunjukkan bahwa energi radiasi dapat mempengaruhi jumlah radikal bebas pada sampel.

4.2 Pembahasan

Daging sapi merupakan bahan pangan yang kaya akan zat-zat yang berguna bagi tubuh, seperti protein, lemak, zat besi, karbohidrat dan lain sebagainya. Pada penelitian ini daging sapi diberi beberapa perlakuan (dijemur, dioven, difreezeed dry dan daging sapi segar) dan kemudian diiradiasi gamma, setelah diiradiasi gamma daging sapi kemudian diuji kandungan organoleptiknya yaitu diuji kadar protein, lemak dan radikal bebas.

Pengujian protein pada penelitian ini menggunakan metode biuret. Kadar protein daging sapi segar kontrol (tanpa radiasi dan penyimpanan) adalah 20,45%. Penurunan kadar protein daging sapi sangat dipengaruhi oleh besar energi radiasi gamma yang diberikan, semakin besar energi radiasi maka kebolehdjian proses ionisasi juga semakin besar. Pada proses ionisasi, protein akan mengalami perubahan akibat ionisasi secara langsung oleh radiasi gamma maupun bereaksi dengan hasil ionisasi dari radiasi gamma yaitu H_2O . Banyaknya molekul-molekul air pada sampel khususnya miofibril, menyebabkan terjadinya reaksi antara radiasi dengan air yang berupa terurainya air menjadi ion positif H_2O^+ dan e^- . Disosiasi ion-ion H_2O^+ akan menghasilkan radikal bebas $OH\bullet$, $H\bullet$ dan $H_2O_2\bullet$.

Radikal bebas dan Hidrogen peroksida akan menyerang molekul organik sel, inti sel, dan molekul protein. Molekul protein umumnya tersusun atas 20 macam asam amino, asam amino berikatan secara kovalen dan membentuk suatu rantai polipeptida sebagaimana gambar A. Kemudian radikal bebas akan cenderung bereaksi dengan atom H, karena atom H mudah bersenyawa dengan radikal bebas dibandingkan dengan atom-atom yang lain. Perubahan struktur yang terjadi akibat interaksi antara atom H dengan radikal bebas menyebabkan ikatan peptida menjadi putus, berikut gambar B reaksi antara radikal bebas dengan ikatan peptida dan gambar C merupakan gambar perubahan struktur akibat interaksi radikal bebas dengan ikatan peptida (Juswono, 2013).



Keterangan: Gambar A). Gambar rantai Polipeptida Asam Amino. Gambar B). Gambar reaksi antara radikal bebas dengan ikatan peptida. Gambar C). Gambar perubahan struktur akibat interaksi radikal bebas dengan ikatan peptida.

Selain pengaruh dari radikal $H\bullet$ dan $OH\bullet$ seperti pada penjelasan sebelumnya, berdasarkan data jenis radikal bebas yang diperoleh pada penelitian ternyata jenis radikal yang didapat ialah jenis radikal $O\bullet$ (oksigen). Diketahui bahwa radikal $O\bullet$ bisa berikatan dengan atom lain seperti H, sehingga terbentuklah radikal $OH\bullet$. Pembentukan $OH\bullet$ berkaitan dengan produksi H_2O , $OH\bullet$ dibentuk oleh rekombinasi disosiasi H_3O^+ . Rekombinasi disosiatif adalah

reaksi dimana ion molekuler bergabung kembali dengan elektron dan terdisosiasi menjadi fragmen netral.

Radiasi gamma merupakan faktor utama yang dapat mendenaturasi protein, namun ada beberapa faktor lain yang juga berperan dalam proses denaturasi protein, salah satunya ialah bakteri yang masih ada pada sampel. Tidak hanya mendenaturasi protein, radiasi gamma juga dapat menghambat pertumbuhan mikroba dalam sampel. Penelitian Nathawat, 2013 tentang radiasi pada kachri yang bertujuan untuk menghitung jumlah mikroba sebelum dan sesudah diradiasi juga menghitung nilai kandungan gizi saat sebelum dan sesudah diradiasi. Dari hasil penelitiannya ternyata energi radiasi gamma sebesar 5 kGy cukup efektif dalam mengurangi jumlah bakteri yang ada pada sampel. Selain bakteri, beberapa faktor lain juga dapat mempengaruhi nilai dari kadar protein seperti keadaan plastik Nylon PE yang sebelumnya divakum kemudian dibuka dan hanya ditutup kembali menggunakan sealer biasa. Hal ini memungkinkan adanya bakteri baru yang hinggap pada sampel.

Penelitian dilanjutkan dengan uji kadar lemak pada sampel daging segar. Berdasarkan data yang didapat diketahui bahwa nilai kadar lemak sampel daging segar yang tidak dipapari radiasi dan tidak disimpan ialah 10,11%. Sedangkan pada daging sapi yang diradiasi dan disimpan nilai kadar lemak yang diperoleh ialah (0 kGy) sebanyak 4,57 % dalam 2 gr sampel. Kemudian pada pemaparan radiasi dengan energi 1 kGy mengalami penambahan kadar protein sampai nilai 7,37 %, lalu mengalami penurunan pada energi 2,5 kGy dan 5 kGy yaitu berturut-turut 5,58% dan 4,6%. Namun pada energi 7,5 kGy kadar lemak naik menjadi

5,28%. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh radiasi gamma dapat berbeda-beda karena bergantung pada kesesuaian antara energi yang diberikan dan sampel yang menyerap energi. Kemudian uji Soxhlet pada sampel basah dapat mempengaruhi perhitungan kadar lemak karena proses ekstraksi yang lebih lama dan air bisa jatuh ke dalam labu Soxhlet, sehingga tercampur dengan larutan hasil ekstraksi. Nilai kadar lemak yang telah diperoleh dapat menjelaskan bahwa radiasi gamma dapat memperpanjang masa simpan sampel serta dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen.

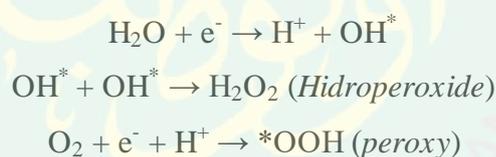
Sama halnya dengan protein, saat diradiasi lemak pada daging juga mengalami perubahan akibat radikal bebas yang terbentuk akibat radiasi gamma. Sehingga menimbulkan reaksi antara lemak pada sampel dan radikal bebas yang timbul karena radiasi sebagaimana yang dijelaskan oleh Suryohudoyo (2000), berikut gambaran interaksi antara lemak dan radikal bebas.



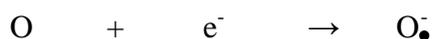
Terputusnya asam lemak menjadi berbagai senyawa lain yang bersifat racun terhadap sel, seperti aldehida, seperti malondialdehida, 9-hidroksi-nonenal serta bermacam-macam hidrokarbon seperti etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}) merupakan hasil akhir dari interaksi radikal bebas dan lemak.

Radiasi Gamma juga mempengaruhi radikal bebas pada daging sapi. Berdasarkan data hasil penelitian semakin banyak radiasi gamma yang diserap,

jumlah radikal bebas semakin banyak dan pada data yang didapat jumlah atau jenis radikal bebas yang tertangkap adalah radikal bebas O. Radikal O terbentuk karena akibat dari adanya proses kimia fisika setelah diradiasi gamma, interaksi antara radiasi pengion dengan kadar air yang terkandung dalam daging sapi menyebabkan ionisasi, baik itu ionisasi primer, sekunder dan tersier. Selain terjadi proses ionisasi, interaksi antara radiasi gamma dan air dalam daging sapi juga dapat menimbulkan efek fotolistrik. Efek fotolistrik mengakibatkan keluarnya atom karena energi ikat atom pada inti yang kurang kuat dibandingkan dengan energi radiasi yang datang. Proses ini menghasilkan produk-produk baru sebagaimana yang dijelaskan Magfiro (2017) bahwa dengan diradiasi, molekul air akan berinteraksi dengan elektron lain yang terlepas akibat adanya radiasi, berikut reaksinya:



Sama halnya dengan pembentukan radikal hidropoksida, radikal O juga terbentuk karena adanya energi dari radiasi gamma yang dapat memutus elektron dari inti atom sehingga terlepas dan menjadi tak berpasangan lalu terbentuklah radikal bebas O. Berikut gambaran reaksinya:



Radikal bebas juga menunjukkan spektrum resonansi yang semakin cekung jika jumlahnya cukup banyak dan akan terbentuk garis lurus jika pada sampel tidak terdapat radikal bebas. Sebagaimana sampel DPPH yang memang

isinya adalah radikal bebas dapat membentuk spektrum resonansi yang sangat cekung hingga menyerupai huruf V pada layar osiloskop.

4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh paparan radiasi gamma terhadap kadar protein, lemak dan radikal bebas pada sapi. Mengetahui kadar dari suatu bahan seperti protein, lemak dan radikal bebas berguna untuk kita sehingga kita tahu seberapa banyak jumlah protein, lemak dan radikal bebas yang kita dapatkan ketika mengkonsumsi daging sapi. Berbicara mengenai kadar suatu bahan, mengingatkan kita pada firman Allah dalam al-Quran surah al-Qamar ayat 49 berikut:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

“Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut kadarnya”. (Q.S al-Qamar : 49).

Ayat di atas juga semakna dengan firman Allah pada surah al-A'la ayat 1-3 berikut:

سَبِّحْ اسْمَ رَبِّكَ الْأَعْلَى ﴿١﴾ الَّذِي خَلَقَ فَسَوَّى ﴿٢﴾ وَالَّذِي قَدَّرَ فَهَدَى ﴿٣﴾

“Sucikan nama Tuhanmu Yang Maha Tinggi (1) Yang menciptakan dan menyempurnakan (penciptaan-Nya) (2) dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk (3)”. (Q.S al-A'la :1-3).

Ibnu Katsir menafsirkan ayat-ayat tersebut bahwa Allah telah menentukan ukuran masing-masing makhluk-Nya dan memberi petunjuk kepada semua makhluk-makhluk-Nya. Sebab itulah maka para imam dari kalangan *ahlus sunnah*

menyimpulkan dari ayat ini yang membuktikan akan kebenaran dari takdir Allah yang terdahulu terhadap makhluk-Nya (Risalah, 2018).

Pada surat al-A'la ayat 3 Mujahid menafsirkan makna yang dimaksud adalah yang memberi petunjuk kepada manusia untuk celaka dan untuk bahagia, dan memberi petunjuk kepada hewan ternak untuk memakan makanannya di padang-padang tempat penggembalaanya (Katsir, 2015).

Beberapa penafsiran di atas memberikan pengertian bahwa sesuai takdir Allah segala sesuatu yang diciptakan-Nya sesuai dengan kadarnya, seperti yang dicontohkan pada hewan ternak yang diberi petunjuk oleh Allah untuk memakan makanannya di ladang tempat penggembalaanya. Hal ini juga serupa dengan kadar protein, lemak dan radikal bebas pada daging sapi yang Allah ciptakan sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. Manusia hanya bisa mencari tahu (berpikir) untuk mengetahui kadar-kadar yang telah Allah tetapkan terlebih dahulu jauh sebelum manusia diciptakan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Radiasi gamma memberikan pengaruh terhadap nilai kadar protein daging sapi segar, jemur dan freezed dry yaitu pada energi radiasi 7,5 kGy lebih tinggi dibandingkan nilai kadar protein daging sapi yang tidak diradiasi. Kadar protein daging sapi oven semakin menurun seiring bertambahnya energi radiasi yang diberikan, hal ini terjadi karena pemanasan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama kurang lebih 3 jam dapat mendenaturasi protein.
2. Radiasi gamma menurunkan nilai kadar lemak daging sapi segar. Nilai kadar lemak tertinggi diperoleh saat energi radiasi 1 kGy.
3. Radiasi gamma meningkatkan jumlah radikal bebas pada daging sapi segar, jemur, oven dan freezed dry. Jenis radikal bebas yang tercatat yaitu radikal O dengan nilai faktor g antara 1,40-1,47.

5.2 Saran

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan memberikan antioksidan sebagai peredam dari radikal bebas.
2. Penelitian sebaiknya dilakukan di satu tempat agar tidak kerepotan dan menghindari pengambilan data yang tumpang tindih.

3. Uji mikrobiologis tidak hanya dilakukan pada protein, lemak dan radikal bebas. Namun bisa ditambah dengan pengujian yang lain seperti uji kadar abu, kadar air dan lain sebagainya.
4. Penelitian lebih baik jika dilakukan pengulangan pada setiap uji kadar protein, lemak dan radikal bebas pada sampel dan mengurangi variasi dari kondisi sampel.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, D.U. dan C. Jo. 1999. *Lipid Oxidation, Volatiles, and off-odor Production of Aerobic-package Pork Patties Irradiated and Stored in Refrigerated of Frozen Conditions*. 1999 ISU Swine Research Report: Meat Section. Iowa Pork Industry Center. (<http://www.ipic.iastate.edu/reports/99swinereports/asl-1710.pdf>). Diakses pada 21 Juni 2018).
- Akhadi, Mukhlis. 2000. *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi Edisi Ke 1*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Alquranul Kariim. 2010. *Ummul Mukminin Al-qur'an dan Terjemahan untuk Wanita*. Bandung: Penerbit Wali.
- Al-Qur'an Mulia, 2015. *Tafsir Ibnu Katsir surah Al-An'am ayat 142*. (<https://alquranmulia.wordpress.com/2015/12/19/tafsir-ibnu-katsir-surah-al-anam-ayat-141-142/>). Diakses pada 16 Maret 2017).
- Astuti, Niluh Yuni. 2009. *Uji Aktivitas Penangkap Radikal DPPH oleh Analog Kurkumin Monoketon dan Heteroalfatik Monoketon*. Surakarta: UNMUH.
- Betty dan Yendri. 2007. *Cemaran mikroba terhadap telur dan daging ayam*. Padang: Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat.
- Brynjolfsson, A. 1980. *Interaction of Gamma-rays, X-rays, and Fast Electrons with Food and Food Components*. Wageningen: International Facility for Food Irradiation Technology.
- Budimarwanti, C. Tanpa tahun. *Analisis Lipida Sederhana dan Lipida Kompleks*. (Online). <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/analisis%20lipid.pdf>. Diakses tanggal 30 April 2018.
- Dalilah, Elih. 2006. *Evaluasi Nilai Gizi dan Karakteristik Protein Daging Sapi dan Hasil Olahannya*. Bogor: IPB.
- Dalilah, E. 2006. *Evaluasi Nilai Gizi dan Karakteristik Protein Daging Sapi dan Hasil Olahannya*. Bogor: IPB.
- De Man, John M. 1997. *Kimia Makanan*. Bandung: ITB.
- Departemen Kesehatan RI. 1995. *Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI, Indonesia, Departemen Kesehatan, Direktorat Jenderal Pembinaan Kesehatan Masyarakat Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia.
- Diehl, J.F. 1995. *Safety of Irradiated Foods*. Marcel Dekker: New York.

- DSN (Dewan Standarisasi Nasional). (1995) *SNI 06-3735-1995."DAGING"*, Jakarta.
- El-Naggar, Zaghoul. 2010. *Selekta dari Tafsir Ayat-Ayat Kosmos dalam al-Qur'an alKarim jilid 3*. Jakarta: Shorouk International Bookshop.
- Fahmi, 2015. *Fisika Inti*. (<https://www.slideshare.net/fahmimm21/fisika-inti-43870118>) Diakses pada 1 Juni 2019.
- Fauziah, Fifit Fajrian. 2012. *Pengaruh Pemberian Buah Manggis, Buah Sirsak dan Kunyit terhadap Kandungan Radikal Bebas pada Daging Sapi yang Diradiasi dengan Sinar Gamma*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Febriani, Wiwit. 2013. *Analisis Kadar Lemak dengan Metode Soxhlet*. Malang: FMIPA UM.
- Gautreau, R & Savin. 1999. *Schaum's Outlines Fisika Modern Edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Hall, E.J. 1994. *Radiobiology for The Radiologist, edisi ke-empat*. USA: Lippicott Williams & Wilkins.
- Hatherill, J.R., G.O. till, P.A. ward. 1991. *Mechanisms of Oxidant-induced Changes in Erythrocytes*. Agents Action.
- Ilmu Kimia. 2014. *Sinar Radioaktif (Alfa, Beta dan Gamma)*. (<https://www.ilmukimia.org/2014/01/sinar-radioaktif-alfa-beta-dan-gamma.html>) Diakses pada 26 Februari 2018.
- Irawati, Z. 1999. *Pengaruh Iradiasi Gamma pada Kualitas Daging Segar 2. Beberapa Karektiristika Kimia Daging Sapi*. Jakarta: BATAN.
- Juswono, 2013. *Pengaruh Pemberian Kunyit (Curcuma domestica) dalam Mempertahankan Kadar Protein Daging Sapi yang Menurun Akibat Radiasi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ketaren, S. 2005. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kinsman, D. M., A. W. Kotula and B. C. Breindenstein. 1992. *Muscle Food, Meat, Poultry and Seafood Technology*. London: Chapman and Hall.
- Koswara, S. 2006. *Konsumsi Lemak yang Ideal Bagi Kesehatan*. Ebook pangan. <http://ebookpangan.com>. Diakses pada tanggal 26 Februari 2016.

- Lawrie, R.A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. 6 Edition. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Legowo, Anang M., dkk. 2007. *Buku Ajar Analisis Pangan*. Semarang: Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Magfiroh, laila. 2017. *Pengaruh pemberian air rendaman buah tin (ficus carica), buah belimbing wuluh (averhoa blimbi l.) Terhadap radikal bebas dan kandungan protein pada daging sapi yang terpapar radiasi gamma*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Miller. 2001. Dalam Fauziyah, 2013. *Pengaruh Pemberian Buah Manggis, Buah Sirsak dan Kunyit Terhadap Kandungan Radikal Bebas Pada Daging Sapi yang Diradiasi Sinar Gamma*. Skripsi. Malang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya.
- Mostavan, Aman. 1999. *Fisika Inti*. ITB: Bandung.
- Muchtadi, T. R. dan Sugiono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Murhadi, H.R.A. Mulyani, dan Marniza. 2009. *Ekstraksi dan identifikasi asam lemak biji mengkudu (Morinda citrofolia L.)*. Prosiding Seminar Nasional Tentang Agroindustri dan Diseminasi Hasil-Hasil Penelitian.
- Nathawat, N. S. Dkk. 2013. *Effect of Gamma Radiation on Microbial Safety and Nutritional Quality of kachri (Cucumis callocus)*. India: J Food Sci Technology.
- National Cattlement's Association. 2007. *Beef Facts: Conjugated Linoleic Acid and Dietary Beef*. Centennial: National Cattlement's Association.
- Niki, E. 1997. Free Radicals in Chemistry and Biochemistry. Di dalam: Hiramatsu, Midori *et al.* (eds.). *Food and Free Radicals*. Plenum Press, New York.
- Pilliang, G Wiranda. 2006. *Fisiologi Nutrisi*. Bandung: IPB.
- Poedjiadi, Amna, 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta : Ui. Press. Syah, A. N. A, R.
- Purwanto, Agus. 2006. *Fisika Kuantum*. Bandung: Gava Media.

- Rais, Ichwan Ridwan. 2014. *Ekstraksi Andrografolid dari Andrographys paniculata (Burm.f) Ness menggunakan Ekstraktor Soxhlet*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan).
- Risalah, Muslim. 2018. (<https://risalahmuslim.id/quran/al-qamar/54-49/>) Diakses pada 23 Oktober 2018.
- SIMIC, M.G., 1983. *Radiation chemistry of water-soluble food componentsd, i dalam : JosephsonE, .S., and Peterson, M.S., Preservation of Food by Ionizing Radiation, vol. II, ed., Boca Raton, Florida: CRC Press.*
- Soeparno. 1998. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press.
- Soeparno. 2005. *Ilmu dan Teknologi daging*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sudarwati. 2007. *Pembuatan Bakso Daging Sapi dengan Penambahan Kitosan*. Sumatra Utara: Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara.
- Sulistiyani. 2001. *Interaksi Radiasi dengan Materi*. Yogyakarta: UNY.
- Surya, Yohannes. 2009. *Fisika Modern*. Tangerang: PT Kandel.
- Suryohudoyo, Purnomo. 2000. "Oksidan, antioksidan dan radikal bebas." Buku Naskah Lengkap Simposium Pengaruh Radikal Bebas Terhadap Penuaan (Lustrum IX FKUA 1995-2000).
- Susilawati dan M. E. Kustyawati, 2011. *Profil asam lemak dan uji organoleptik pada daging sapi segar, daging kambing segar dan olahan*. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Sumatera Utara
- Susilawati, dkk. 2015. *Ragam Asam-asam Lemak Daging Kambing dan Sapi Segar Serta Olahannya pada Lokasi Karkas yang Berbeda*. FKPT-TPI: Program Studi TIP-UTM.
- Thayer, D.W. 1994. *Wholwsomeness of Irradiation Food*. Food Tecchnology.
- Zen, P Freddy. 2009. *Catatan Kuliah Fisika Kuantum I*. Laboratorium Fisika Teoritik: FMIPA-ITB.

The logo is a shield-shaped emblem with a light green background and a white border. It features the text "UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM" in a circular arrangement at the top and "PUSAT PERPUSTAKAAN" at the bottom. In the center, there is a yellow calligraphic design. The word "LAMPIRAN" is written across the middle in a large, bold, black serif font.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Perhitungan Laju Energi Iradiasi Gamma

Diketahui:

$$\text{Energi Radiasi (D)} = 7500 \text{ Gy}$$

$$\text{Lama waktu paparan (t)} = 5228 \text{ s}$$

Lampiran 4.1 Hasil Perhitungan Laju Energi Radiasi

$$D = V \times t$$

$$V = \frac{D}{t}$$

$$V = \frac{7500}{5228} = 1,435 \text{ Gy/s}$$

Laju Energi (Gy/s)	Energi Radiasi (Gy)	Lama Paparan (s)
1,435	7500	5228
1,435	5000	3485
1,435	2500	1743
1,435	1000	1435
0	0	0

LAMPIRAN 2**Data Hasil Pengukuran Kadar Protein****Lampiran 2.1 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi Segar**

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	2,708
5	2,060
2,5	1,210
1	2,116
0	2,259
0 (kontrol awal)	20,45

Lampiran 2.2 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi Jemur

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	9,844
5	9,904
2,5	9,902
1	7,579
0	8,059

Lampiran 2.3 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi Oven

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	3,479
5	3,401
2,5	3,689
1	4,820
0	4,906

Lampiran 2.4 Data Hasil Pengukuran Kadar Protein Daging Sapi Freezed Dry

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Protein (%)
7,5	3,176
5	2,569
2,5	2,794
1	1,873
0	4,426

LAMPIRAN 3

Data Hasil Pengukuran Kadar Lemak

Lampiran 3.1 Data Hasil Pengukuran Kadar Lemak Daging Segar

Energi Radiasi (kGy)	Kadar Lemak (%)
7,5	5,28
5	4,60
2,5	5,58
1	7,37
0	4,57
0 (kontrol awal)	10,11

LAMPIRAN 4

Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas

Lampiran 4.1 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas Daging Segar

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$17,6 \times 10^6$	0,197	$8,33 \times 10^{-4}$	1,4703	O
5	$17,6 \times 10^6$	0,196	$8,33 \times 10^{-4}$	1,4703	O
2,5	$17,3 \times 10^6$	0,196	$8,29 \times 10^{-4}$	1,4529	O
1	$17,3 \times 10^6$	0,197	$8,33 \times 10^{-4}$	1,4456	O
0	$15,9 \times 10^6$	0,196	$8,29 \times 10^{-4}$	1,3692	-

Lampiran 4.2 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas Daging Jemur

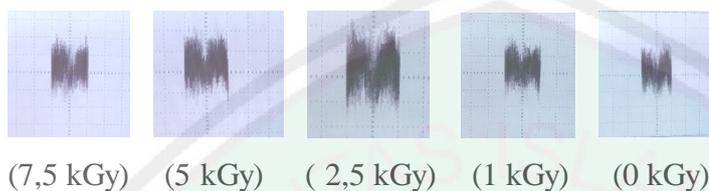
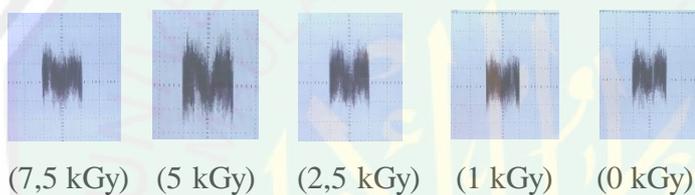
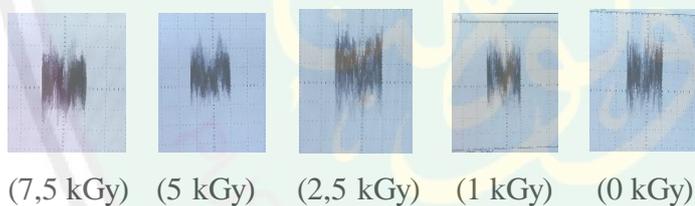
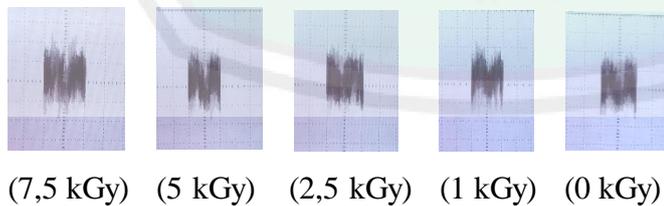
Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$19,8 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,6495	O
5	$17,4 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4461	O
2,5	$17,3 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4383	O
1	$17,3 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4383	O
0	$16,2 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,3814	-

Lampiran 4.3 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas Daging Oven

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$16,8 \times 10^6$	0,194	$8,2087 \times 10^{-4}$	1,4254	O
5	$16,7 \times 10^6$	0,194	$8,2088 \times 10^{-4}$	1,4169	O
2,5	$16,9 \times 10^6$	0,195	$8,2510 \times 10^{-4}$	1,4097	O
1	$16,7 \times 10^6$	0,194	$8,2088 \times 10^{-4}$	1,4169	O
0	$15,6 \times 10^6$	0,194	$8,2088 \times 10^{-4}$	1,3610	-

Lampiran 4.4 Data Hasil Pengukuran Kadar Radikal Bebas Daging Freezed Dry

Energi (kGy)	F (Hz)	I (A)	B (T)	Faktor g	Radikal Bebas
7,5	$17,4 \times 10^6$	0,195	$8,2510 \times 10^{-4}$	1,4687	O
5	$17,3 \times 10^6$	0,197	$8,3356 \times 10^{-4}$	1,4298	O
2,5	$17,2 \times 10^6$	0,198	$8,3779 \times 10^{-4}$	1,4298	O
1	$17,3 \times 10^6$	0,197	$8,3356 \times 10^{-4}$	1,4298	O
0	$16,2 \times 10^6$	0,197	$8,3356 \times 10^{-4}$	1,3884	-

LAMPIRAN 5**Gambar Spektrum Resonansi Kadar Radikal Bebas****Lampiran 5.1 Gambar Resonansi Radikal Bebas Daging Segar****Lampiran 5.2 Gambar Resonansi Radikal Bebas Daging Jemur****Lampiran 5.3 Gambar Resonansi Radikal Bebas Daging Oven****Lampiran 5.4 Gambar Resonansi Radikal Bebas Daging Freezed Dry**

LAMPIRAN 6

Dokumentasi Penelitian



Sampel Daging Segar



Sampel Daging Sapi Oven



Uji Kadar Protein



Irradiator Gamma Cell 220



Alat Freezed Dry



Rangkaian Alat ESR



Uji Kadar Lemak



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Gajayana No. 50 Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Mamluatul Hasanah
NIM : 14640013
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kadar Protein, Lemak, dan Radikal Bebas Daging Sapi (*Bos Taurus*)
Pembimbing I : Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

NO	TANGGAL	MATERI	TANDA TANGAN
1	18 Desember 2017	Konsultasi Bab I, dan II	A
2	20 Desember 2017	Konsultasi Bab III	A
3	08 November 2018	Konsultasi Kajian Al-Quran Bab I	A
4	12 November 2018	Konsultasi Kajian Al-Quran, Bab I-II	A
5	8 April 2019	Konsultasi Bab IV	A
6	15 April 2019	Konsultasi Kajian Al-Quran, Bab I, II dan IV	A
7	16 April 2019	Konsultasi Bab IV dan V	A
8	22 April 2019	Konsultasi kajian agama dan Acc	A
9	23 April 2019	Konsultasi semua Bab, Abstrak dan Acc	A

Malang, 23 April 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003