



**KUALITAS FISIK BAKSO DAGING YANG DIIRADIASI  
DENGAN SINAR GAMMA PADA PENYIMPANAN SUHU  
RUANG**

*Physical Quality of Gamma Rays-Irradiated Meatball Stored at Room Temperature*

**Deudeu Lasmawati<sup>1</sup>, Farah Nurlidar<sup>2</sup>, Indra Mustika Pratama<sup>3</sup>,  
Henni Widyastuti<sup>4</sup>, Ashri Mukti Benita<sup>5</sup>, Rindy Panca Tanhindarto<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Pusat Riset dan Teknologi Aplikasi Isotop dan Radiasi-BRIN

Jl. Lebak Bulus Raya No.49 Jakarta 12440, Indonesia

e-mail: [ndeul984@gmail.com](mailto:ndeul984@gmail.com)

DOI: 10.33830/fsj.v1i2.1911.2021

Diterima: 05 Aug 2021, Diperbaiki: 19 Okt 2021, Disetujui: 22 Des 2021

**ABSTRACT**

*This study was aimed to investigate the meatballs physical qualities that are irradiated with high-doses of gamma rays. This study used the irradiation method with the dosage of 20, 25 and 35 kGy and storage at room temperature. For the control (0 kGy), storage was done in the freezer. The results showed that at 0 month, the samples water contents at 20; 25; 35 kGy were 67,03%; 67,50%; 66,67%, with significant difference ( $p < 0.05$ ) to control 68,73%. Water content (%) at 2 months were 65,03%; 66,00%; 67,50% and control 63,23% 2 months has significant difference ( $p < 0.05$ ) but still meet the SNI standard ( $< 70\%$ ). Optimum water activity was obtained at irradiation dose of 35 kGy. The pH results doses of 20; 25; 35 kGy for 0 month were 6,35; 6,34; 6,39 and 2 months were 6,59; 6,47; 6,46, respectively. pH of control was 5,87 at 0 month and 6,49 at 2 months. The pH of samples stored for 0 month were relatively higher than the control pH. At 2-month storage, the pH of the samples was lower than the control, but still meets the standard. Meatball irradiation up to 35 kGy can be used as an alternative for preservation at room temperature*

**Keywords :** Meatballs, Irradiation, Physical quality, Preservation

**ABSTRAK**

*Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kualitas fisik bakso yang telah diiradiasi sinar gamma dosis tinggi. Penelitian menggunakan perlakuan dosis iradiasi sebesar 20, 25, dan 35 kGy dengan penyimpanan akhir pada suhu ruang sedangkan untuk kontrol yang tidak diiradiasi (0 kGy), penyimpanan dilakukan dalam freezer. Hasil penelitian menunjukkan*

*bahwa pada penyimpanan 0 bulan, kadar air bakso iradiasi dosis 20; 25; 35 kGy masing-masing 67,03 %; 67,50 %; 66,67 % berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan non-iradiasi 68,73 %. Kadar air (%) pada penyimpanan 2 bulan, masing-masing 65,03 %; 66,00 %; 67,50 % dan non iradiasi 63,23 %. Penyimpanan 2 bulan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) namun masih memenuhi standar SNI (<70%). Aktivitas air optimum bakso diperoleh pada dosis iradiasi 35 kGy. Hasil pH menunjukkan bahwa dosis iradiasi 20; 25; 35 kGy penyimpanan 0 bulan masing-masing 6,35; 6,34; 6,3 dan penyimpanan 2 bulan masing-masing 6,59; 6,47; 6,46 berbeda nyata terhadap pH bakso kontrol. pH bakso iradiasi penyimpanan 0 bulan relatif lebih tinggi dari pH kontrol. Sedangkan pada penyimpanan 2 bulan, pH bakso iradiasi lebih rendah dari kontrol tetapi masih memenuhi syarat. Iradiasi bakso hingga 35 kGy dapat digunakan sebagai alternatif proses pengawetan bakso pada suhu ruang.*

**Kata Kunci :** Bakso, Iradiasi, Kualitas fisik, Pengawetan

---

## PENDAHULUAN

Bakso daging adalah produk olahan yang dibuat dari daging hewan ternak yang dicampur pati dan bumbu-bumbu, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lainnya, dan atau bahan tambahan pangan yang diizinkan, yang berbentuk bulat atau bentuk lainnya dan dimatangkan (BSN, 2014). Kandungan gizi bakso terdiri dari kadar protein minimal 9%, kadar lemak maksimal 2%, kadar air maksimal 70% dan kadar abu maksimal 3% (BSN, 1995). Berdasarkan bahan utama dan bahan tambahan, bakso merupakan bahan yang mudah mengalami kerusakan karena mengandung zat gizi yang tinggi, pH 6,0-6,5 dan  $a_w$  tinggi ( $> 0,9$ ) sehingga masa simpan maksimalnya adalah 1 hari pada penyimpanan suhu ruang (Angga, 2007). Penyimpanan yang umum untuk bakso adalah pada suhu rendah di *refrigerator* (5-10°C) atau *freezer* (di bawah 0°C). Penyimpanan dingin akan terkendala ketika proses distribusi bakso karena membutuhkan fasilitas pendingin. Hal ini dapat disiasati dengan menambahkan proses iradiasi.

Iradiasi adalah suatu teknik penggunaan energi radiasi untuk penyinaran bahan secara sengaja dan terarah (Putri *et al.*, 2015). Proses iradiasi dapat menjaga nutrisi, kesegaran, dan sifat organoleptik bahan pangan. Hal ini karena iradiasi tidak menggunakan suhu tinggi sehingga kualitas produk terjaga. Jika sumber iradiasi mengenai bahan pangan, akan terjadi eksitasi dan ionisasi yang akan menghambat sintesis DNA pada makhluk hidup. Efek ini digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen sehingga iradiasi juga dapat berperan dalam memperpanjang masa simpan bahan pangan (Indiarto *et al.*, 2020).

Proses iradiasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan sinar gamma. Pada umumnya sinar gamma yang digunakan untuk iradiasi adalah hasil peluruhan inti atom

Cobalt-60 yang memancarkan dua sinar gamma dengan energi masing-masing sebesar 1,17 MeV dan 1,13 MeV yang mempunyai waktu paruh 5,6 tahun (Wahyudi *et al.*, 2005). Pada spektrum elektronik, sinar gamma memiliki panjang gelombang yang pendek sehingga tidak mengubah bahan yang diiradiasi menghasilkan neutron yang merupakan partikel subatomik yang menjadi penyebab bahan yang disinari menjadi radioaktif (Irawati, 2007).

Proses radiasi dapat menghambat bahkan membunuh bakteri yang terdapat dalam produk pangan sehingga produk dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama pada suhu ruang. Kerusakan pada bahan pangan sebagian besar diakibatkan oleh adanya mikroorganisme yang ada di dalam bahan atau kemasannya. Untuk menghindari kerusakan bahan pangan maka diperlukan pengawetan yang tidak merusak kandungan gizi yang terdapat dalam produk tersebut dan aman bagi kesehatan manusia. Pengemasan bakso daging yang diradiasi sinar gamma menggunakan kemasan plastik Nilon PE (*Polyetilen*) dengan cara divakum merupakan metode yang efektif untuk memperpanjang umur simpan produk. Penggunaan kemasan plastik yang divakum (*vacuum pack*) dapat melindungi dari pertukaran gas atau air. Pengemasan dengan cara vakum dapat menghambat pertumbuhan bakteri aerob (Nofreeana *et al.*, 2017). Iradiasi pada dosis 45 kGy dikombinasikan dengan suhu rendah selama proses radiasi, dikemas secara vakum menggunakan bahan plastik laminasi ternyata dapat mensterilkan produk rendang daging sekaligus memperpanjang masa simpan selama 1,5 tahun pada suhu kamar yaitu  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  tanpa merubah kualitasnya (Irawati, 2007).

Iradiasi untuk sterilisasi komersil dan membasmi mikroba patogen termasuk mikroba berspora serta memperpanjang umur simpan telah diatur dalam peraturan Iradiasi telah ada dalam Peraturan BPOM No. 3 Tahun 2018 Tentang Pangan Iradiasi dan UU RI No. 18 Tahun 2021 Tentang Pangan pasal 1 ayat 32. Pangan radiasi secara hukum sudah diatur oleh pemerintah.

Inovasi pangan iradiasi bisa dilakukan terutama untuk menjaga masa simpan suatu produk. Telah banyak dilakukan penelitian dalam pemanfaatan iradiasi untuk pengawetan produk berbasis daging, ikan dan ayam dengan dosis sedang maupun dosis tinggi. Penelitian tersebut meliputi uji toksisitas, uji *in vitro* dan uji *in vivo* untuk membuktikan bahwa iradiasi aman digunakan (Irawati *et al.*, 1997; Irawati *et al.*, 2003; Irawati *et al.*, 2010; Irawati *et al.*, 2011; Irawati & Sani, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian dan kajian secara konsorsium, terbentuklah beberapa standar nasional di Indonesia yang mengatur iradiasi pangan antara lain SNI 7764-1: 2012 (Rendang Daging Sapi steril) dan SNI 8352:2017 (Pangan siap saji dosis tinggi). Dari standar tersebut, iradiasi dengan dosis tinggi juga dapat digunakan untuk pengawetan pangan olahan berbasis daging lainnya seperti bakso sapi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efek iradiasi dosis tinggi sebagai proses pengawetan terhadap kualitas fisik bakso. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perlakuan iradiasi dengan pengawetan beku terhadap kualitas fisik pada bakso.

## **METODE**

### **Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu irradiator Gamma Cell 220 Upgraded, sumber yang digunakan yaitu  $^{60}\text{Co}$  (Cobalt 60) yang pada saat proses radiasi mempunyai laju 3,7 kGy/jam, *Vacuum Sealer* Multivac C-100, *Moisture balance* OHAUS, Chromameter C-200, pH meter Mettler Toledo,  $a_w$  meter HD-3A SMART), dan penetrometer GY-4 digital.

### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam pengujian yaitu bakso daging yang diperoleh dari swalayan dengan merk WS pada tanggal 31 Maret 2021, pengemas nilon PE.

### **Persiapan sampel dan Pengemasan**

Sampel bakso dimasukkan ke dalam plastik Nilon-PE (4 pcs/bungkus), kemudian dikemas secara hermetik 150 mBar dengan *vaccum sealer* Multivac C-100, lalu dimasukkan ke dalam freezer selama 24 jam. Sampel beku diiradiasi di irradiator gamma cell dengan dosis 20, 25 dan 35 kGy pada laju dosis 3,7 kGy/jam. Setelah itu, sampel disimpan pada suhu ruang.

### **Pengukuran kadar air**

Metode yang digunakan adalah pemanasan langsung menggunakan alat *Moisture balance* (Nielsen, 2010). Sampel ditimbang pada alat *moisture balance* dalam pinggan aluminium, kemudian suhu dan waktu alat diatur pada 105 °C selama 1 jam.

### **Pengukuran pH**

Sebelum penggunaan pH meter, dilakukan kalibrasi dengan menggunakan standart Buffer pH (Nielsen, 2010). Pengukuran pH dilakukan pada sampel yang telah dilarutkan 10 % w/v, hasil akan terlihat pada alat pH meter Metler Tolloedo.

### **Pengukuran $a_w$**

Dilakukan dengan menggunakan alat HD-3A SMART  $a_w$  meter (Nielsen, 2010). Nilai  $a_w$  akan terlihat pada alat jika pengukuran telah selesai.

### **Uji warna**

Dilakukan dengan alat Chromameter C-200 untuk melihat derajat keputihan sampel bakso (Nielsen, 2010). Uji warna dilakukan dengan sistem warna Hunter L\* (Lightness), a\* (warna merah), b\* (warna kuning). Chromameter terlebih dahulu dikalibrasi dengan standar warna putih yang terdapat pada alat tersebut. Hasil analisis derajat putih yang dihasilkan berupa nilai L\*, a\*, b\* yang dapat dihitung derajat keputihannya dengan persamaan sebagai berikut

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + (a + b)^2} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

### **Uji Kekenyalan**

Uji kekenyalan bakso menggunakan alat GY-4 digital penetrometer dilakukan dengan meletakkan sampel bakso di bawah jarum penetrometer, kemudian dilakukan pengukuran pada tiga tempat yang berbeda (Berutu *et al.*, 2010).

### Analisis Data

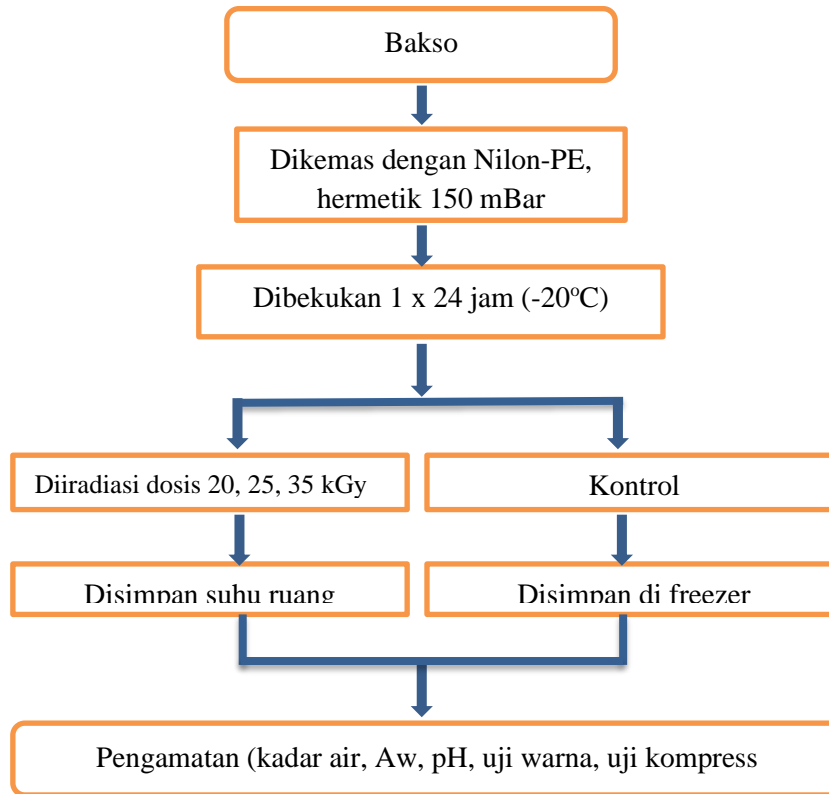
Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial menggunakan dua faktor yaitu dosis radiasi (0, 20, 25 dan 35 kGy) dan lama waktu penyimpanan (0 dan 2 bulan) dengan 3 (tiga) kali ulangan tiap parameter uji.

Tabel 1. Rancangan Percobaan.

Keterangan	Ulangan	Parameter	0 bulan	2 bulan
Tanpa iradiasi (0 kGy)	1	- Kadar air	√	√
	2	- Aw	√	√
		- pH	√	√
Dosis Iradiasi 20 kGy	3	- Warna	√	√
	1	- Kekenyalan	√	√
		- Kadar air	√	√
Dosis Iradiasi 25 kGy	2	- Aw	√	√
	3	- pH	√	√
		- Warna	√	√
Dosis Iradiasi 35 kGy	1	- Kekenyalan	√	√
	2	- Kadar air	√	√
		- Aw	√	√
	3	- pH	√	√
		- Warna	√	√
		- Kekenyalan		

Analisis yang digunakan untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan adalah analisis keseragaman (Anova). Jika dalam perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata maka akan dilanjutkan uji Tukey's. Uji Tukey's digunakan untuk menguji ada tidaknya perbedaan antara perlakuan iradiasi dan kontrol pada masa simpan 0 dan 2 bulan dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Penyimpanan yang dilakukan untuk yang kontrol adalah di suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  (*freezer*) untuk mempertahankan kualitas dan sebagai perbandingan, sedangkan untuk bakso yang diiradiasi penyimpanannya pada suhu ruang.

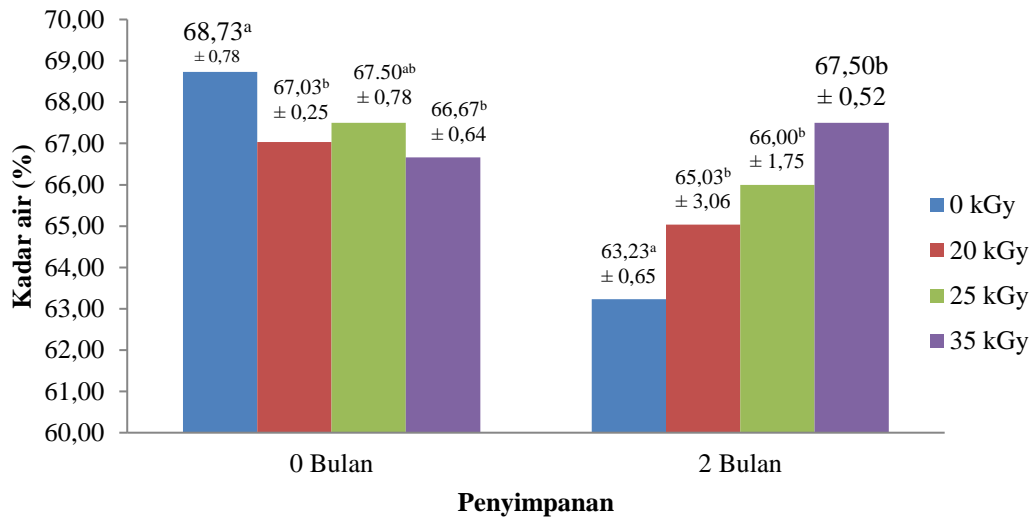


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar air

Kadar air merupakan komponen yang penting dalam menentukan lama proses penyimpanan. Kadar air yang tinggi akan mempengaruhi terhadap masa simpan bakso selama penyimpanan di suhu ruang. Selain itu kadar air menurut Swallow (1977), energi radiasi diserap oleh molekul air untuk membentuk berbagai hasil radiolisis yang pada peristiwa selanjutnya dapat bereaksi dengan komponen bahan pangan (Dwiloka, 2002). Hasil kadar air bakso terlihat pada Gambar 2.



Keterangan: Simbol yang berbeda menandakan berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Gambar 2. Pengaruh Iradiasi terhadap Kadar Air selama Masa Simpan.

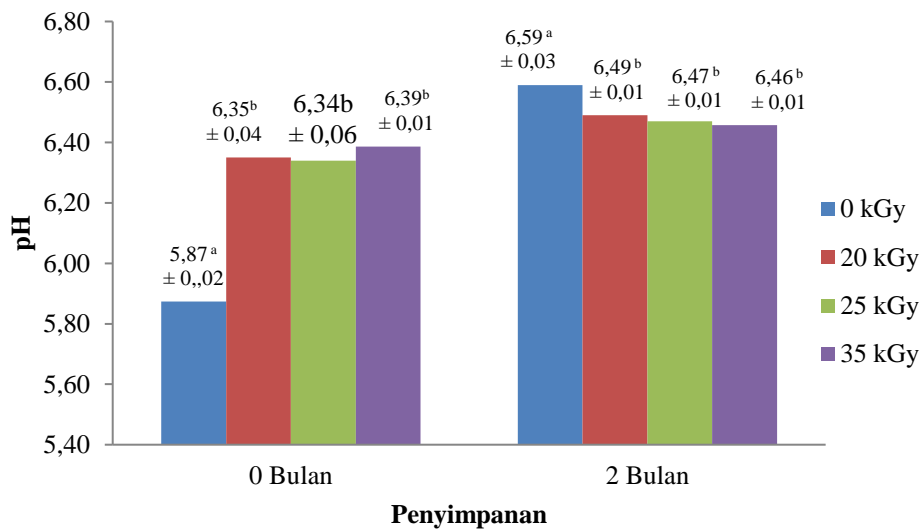
Berdasarkan uji Anova ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa bakso iradiasi dosis 25 kGy pada penyimpanan 0 bulan tidak berbeda nyata terhadap kontrol, tetapi dosis 20 dan 35 kGy berbeda nyata. Sedangkan pada penyimpanan 2 bulan kadar air pada sampel iradiasi dosis 20, 25 dan 35 kGy dengan kontrol berbeda nyata. Terlihat kadar air bakso iradiasi lebih tinggi daripada kontrol. Menurut Irawati *et al.* (1997), tingginya kadar air daging segar diakibatkan oleh hasil metabolit proses pembusukan. Berdasarkan SNI (3818:2014), kadar air bakso daging maksimal 70% (b/b), sehingga bakso daging iradiasi masih sesuai dengan standar yang telah di tentukan.

## pH

Bakso daging sapi yang normal bernilai pH 6,0 - 6,5 (Angga, 2007). Nilai pH bahan pangan selama penyimpanan dapat berubah karena adanya protein yang terurai oleh enzim proteolitik dan bantuan bakteri menjadi asam karboksilat, asam sulfida, amoniak dan jenis asam lainnya (Jannah *et al.*, 2018).

Nilai pH bakso iradiasi dan bakso kontrol berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) antara kontrol dan iradiasi pada penyimpanan 0 dan 2 bulan yang terlihat dalam Gambar 3.





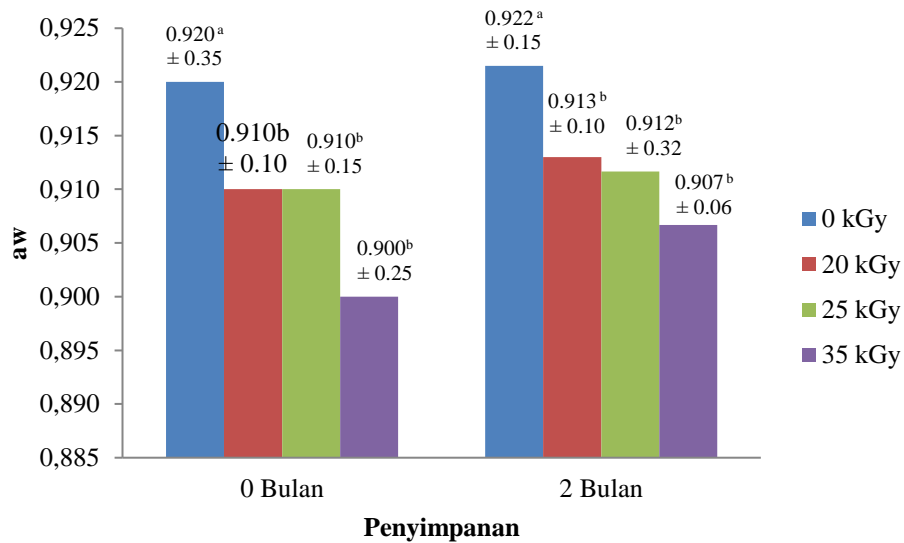
Keterangan: Simbol yang berbeda menandakan berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Gambar 3. Pengaruh Iradiasi terhadap Kadar Air selama Masa Simpan.

Pada penyimpanan 0 bulan pH bakso kontrol lebih rendah daripada iradiasi. Terjadinya kenaikan nilai pH akibat iradiasi mungkin disebabkan oleh adanya peningkatan aktivitas bakteri tertentu, yang mampu menguraikan komponen daging ke dalam komponen yang berbentuk basa seperti amonia, kadaverin, indol, dan tiramin (Irawati *et al.*, 1997). Sedangkan pada penyimpanan 2 bulan pH kontrol lebih tinggi daripada pH bakso iradiasi. Hasil serupa juga ditemukan (Aftab, *et al.*, 2015) yang melakukan penelitian pada daging ayam broiler yang diiradiasi dan menemukan pH sedikit menurun seiring dengan dosis ditingkatkan dalam kondisi penyimpanan lemari es.

#### Aktivitas air ( $a_w$ )

Aktivitas air ( $a_w$ ) merupakan air bebas yang terdapat di dalam suatu bahan pangan yang dapat dibutuhkan mikroorganisme untuk bertumbuh (Bintoro, 2008). Nilai  $a_w$  berkaitan dengan pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Winarno (1989), sebagian mikroorganisme mempunyai  $a_w$  minimum untuk dapat tumbuh dengan baik, misal bakteri 0,90; khamir 0,80-0,90; dan kapang 0,60-0,70. Produk-produk olahan daging akan memiliki masa simpan relatif lama apabila mempunyai pH di bawah 5,0 atau  $a_w$  di bawah 0,90 (Arief *et al.*, 2012). Berdasarkan pengujian Anova pada taraf ketelitian 95 % ( $p < 0,05$ ) bahwa nilai  $a_w$  bakso iradiasi dengan bakso kontrol berbeda nyata pada masa penyimpanan 0 bulan, begitu pula pada penyimpanan 2 bulan.



Keterangan: Simbol yang berbeda menandakan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ).

Gambar 4. Pengaruh iradiasi terhadap  $a_w$  selama masa simpan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa bakso iradiasi lebih rendah dibandingkan dengan bakso kontrol, semakin tinggi dosis semakin rendah nilai  $a_w$ . Produk olahan daging akan memiliki masa simpan relatif lama jika mempunyai  $a_w$  dibawah 0,91 (Surjana, 2001) sehingga dosis 35 kGy adalah dosis optimum untuk pengawetan dalam hal menekan  $a_w$  pada produk bakso daging.

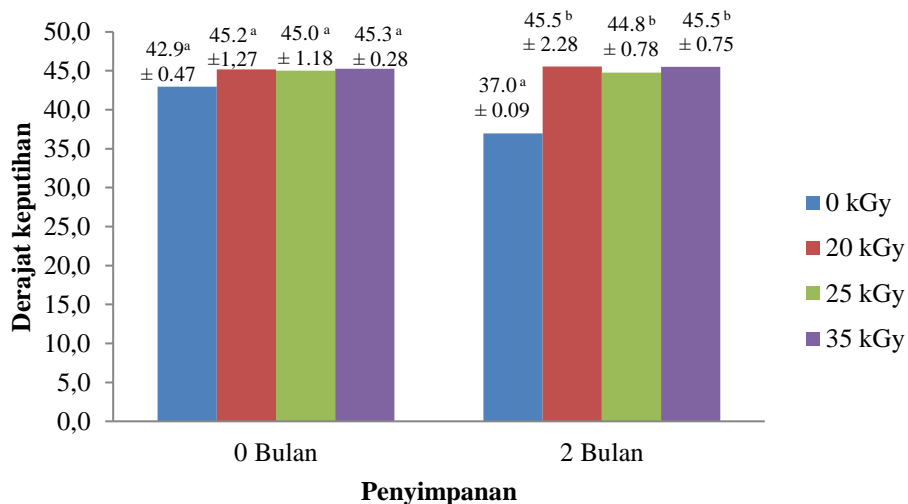
### Warna

Warna bakso yang ada di pasaran berbeda-beda sesuai dengan bahan dasarnya. Apabila bahan dasarnya daging sapi, maka warnanya akan coklat muda cerah atau sedikit kemerahan atau coklat muda hingga coklat muda agak keputihan atau abu abu. Bakso yang baik biasanya berwarna abu-abu segar yang merata pada semua bagian, baik di pinggir maupun di tengah (Widyaningsih & Murtini, 2006). Pada sampel bakso yang diamati, terdapat perbedaan warna antara kontrol dan bakso iradiasi jika dilihat dengan mata biasa, seperti terlihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Penampakan warna pada kontrol (0 Gy), serta iradiasi dosis 20, 25 dan 35 kGy pada masa simpan 2 bulan.

Terlihat pada Gambar 5 bahwa bakso kontrol lebih berwarna merah atau gelap karena nilai derajat keputihan lebih rendah dibandingkan dengan bakso iradiasi dosis 20, 25, 35 kGy. Berdasarkan hasil uji warna menggunakan alat Chromameter C-200 didapatkan tingkat keputihan dari bakso iradiasi dengan kontrol tidak berbeda nyata pada penyimpanan 0 bulan sedangkan penyimpanan 2 bulan berbeda nyata terlihat pada Gambar 6.



Keterangan: Simbol yang berbeda menandakan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ).

Gambar 6. Pengaruh iradiasi terhadap warna bakso selama masa simpan.

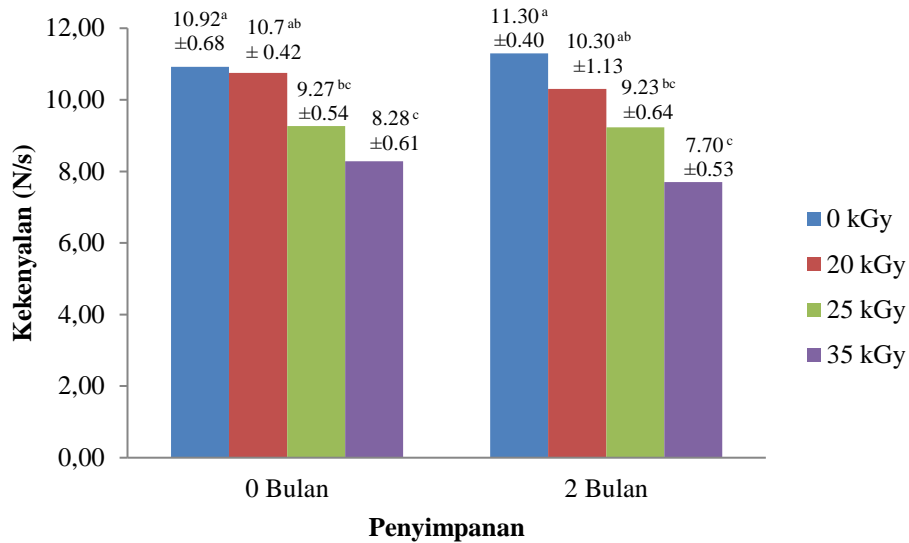
Nilai derajat keputihan sebagai hasil pengukuran warna sampel bakso di atas menunjukkan semakin tinggi nilainya semakin putih atau pucat warna sampelnya. Hasil menunjukkan bahwa secara keseluruhan bakso iradiasi lebih tinggi nilai derajat

keputihannya daripada kontrol, hal ini menunjukkan bahwa iradiasi pada bakso dapat menurunkan warna walaupun tidak linier dengan dosis dan ini dapat disebabkan dengan homogenitas bahan pada bakso. Hasil penelitian ini sama dengan temuan (Yim *et al.*, 2016) yang menemukan bahwa warna daging yang diiradiasi lebih pucat daripada yang tidak diiradiasi. (Kundu & Holley, 2013) juga mencatat bahwa warna daging yang diiradiasi lebih pucat daripada kontrol. Perubahan warna pada daging segar yang diiradiasi mungkin merupakan kerentanan molekul mioglobin yang mengandung besi (Brewer, 2009).

Warna mempengaruhi penerimaan suatu bahan pangan, karena umumnya penerimaan bahan yang pertama kali dilihat adalah warna. Warna yang menarik akan meningkatkan penerimaan produk (Fellow, 1992). Dengan demikian warna pada bakso iradiasi lebih pucat dibandingkan kontrol akan berpengaruh terhadap penerimaan konsumen.

### **Kekenyalan**

Perbedaan tingkat kekenyalan bakso daging disebabkan beberapa hal, antara lain: kandungan protein, kadar air dan kadar lemak dari setiap bahan penyusun (Wibowo, 2006). Kekenyalan terbentuk pada saat pemasakan, karena protein akan mengalami denaturasi dan molekul-molekulnya mengembang (Winarno, 2002; Mahbub *et al.*, 2012). Pengukuran kekenyalan pada bakso dilakukan menggunakan alat penetrometer. Hasil yang didapatkan ada perbedaan yang nyata ( $p < 0,05$ ) pada bakso iradiasi dibandingkan dengan kontrol pada penyimpanan 0 dan 2 bulan terlihat pada Gambar 7.



Keterangan: Simbol yang berbeda menandakan berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

Gambar 7. Pengaruh iradiasi terhadap kekenyalan bakso selama masa simpan.

Secara keseluruhan hasil yang didapatkan semakin tinggi dosis iradiasi semakin rendah juga kekenyalan baksonya. Iradiasi mengakibatkan perubahan tekstur dan kerusakan protein daging dan keduanya menjadi lebih besar dengan peningkatan energi iradiasi (Henry, 2009). Hal ini sama dengan hasil penelitian (Zhao, *et al.*, 2007) pada kekerasan, kekenyalan, dan *gumminess* daging yang menurun dengan meningkatnya dosis iradiasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Iradiasi dosis tinggi yang digunakan untuk pengawetan bakso daging memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas fisik bakso yaitu kadar air, pH,  $a_w$ , warna dan kekenyalan. Kualitas fisik bakso iradiasi memiliki kadar air dan pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol tetapi masih memenuhi standar. Setelah 2 bulan penyimpanan,  $a_w$  bakso iradiasi lebih rendah dibandingkan kontrol, hal ini menguntungkan karena dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Derajat keputihan bakso iradiasi lebih tinggi dan kekenyalan lebih rendah dibanding dengan kontrol akan mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen.

Berdasarkan hasil dari pengukuran kadar air dan pH, iradiasi dapat mempertahankan kualitas fisik sesuai standar. Hasil pH menunjukkan bahwa dosis iradiasi 20; 25; 35 kGy penyimpanan 0 bulan masing-masing 6,35; 6,34; 6,3 dan penyimpanan 2 bulan masing-masing 6,59; 6,47; 6,46 berbeda nyata terhadap pH bakso kontrol. pH bakso iradiasi penyimpanan 0 bulan relatif lebih tinggi dari pH kontrol. Dosis optimal yang disarankan untuk pengawetan bakso adalah dosis 35 kGy yang dapat mempertahankan kualitas sampai penyimpanan 2 bulan. Sedangkan hasil pengukuran warna dan kekenyalan akan tergantung pada penerimaan konsumen.

### **Saran**

Diperlukan tambahan analisis kimia seperti kadar protein, kadar lemak, bilangan TBA dan juga masa simpan yang diperpanjang lagi untuk lebih mengetahui kualitas bakso selama penyimpanan suhu ruang setelah iradiasi dosis tinggi untuk mengetahui masa simpannya. Demikian pula untuk penelitian terhadap uji organoleptik pada parameter warna dan kekenyalan perlu dilakukan agar dapat mengetahui penerimaan konsumen terhadap produk bakso iradiasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aftab, M., Rafaqat, I., Saleem, F., Aftab, B., Abdullah, R., Iqtedar, M., Naz, S. (2015). Enhancement of shelf life and wholesomeness of goat meat by gamma irradiation treatment. *International Journal of Biosciences*, 7(4), 177-185.
- Angga, D. (2007). *Pengaruh Metode Aplikasi Kitosan, Tanin, Natrium Metabisulfit dan Mix Pengawet terhadap Umur Simpan Bakso Daging Sapi Pada Suhu Ruang. (Skripsi)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Arief, H., Pramono, Y., & Bintoro, V. (2012). Pengaruh Edible Coating Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Kadar Protein, Daya Ikat Air, Dan Aktivitas Air Bakso Sapi Selama Penyimpanan. *Animal Agriculture Journal*, 1(2).
- Badan POM RI. (2018). *Perka BPOM No. 3 Tentang Pangan Iradiasi*. Jakarta: Badan POM RI.
- Badar, H. (2004). Use of Irradiation to Control Foodborne Pathogens and Extend the Refrigerated Market Life of Rabbit Meat. *Meat Science*, 64, 541-548.
- Berutu, M., Suryanto, E., & Utomo, R. (2010). Kualitas Bakso Daging Sapi Peranakan Ongole yang Diberi Pakan Basal Tongkol Jagung dan Undegraded Protein dalam Complete Feed (The Quality of Meatball Made From Meat of Ongole Crossbred Fed Corn cob Basal Diet and Undegraded Protein in Complete Feed). *Buletin Peternakan*, 34(2), 103-113.
- Bintoro, V. (2008). *Teknologi Pengolahan Daging dan Analisis Produk*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Brewer, M. (2009). Irradiation effects on meat flavor: A review. *Meat Science*, 81(1), 1-14.
- BSN (1995). *SNI 01-3818-1995 tentang Bakso Daging*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN (2012). *SNI 7764-1: 2012 tentang Pangan Iradiasi-Bagian 1: Rendang sapi steril*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN (2014). *SNI 3818: 2014 tentang Bakso Daging*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN (2017). *SNI 8352:2017 tentang Proses radiasi - Pangan siap saji dosis tinggi (10 kGy < dosis ≤ 65 kGy)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Dwiloka, B. (2002). *Iradiasi Pangan*. Semarang: Fakultas Teknologi Pertanian , Universitas Diponegoro.
- Fellow, P. (1992). *Food Processing Technology: Principles and Practice* . England: Ellis Horwood Limited.
- Henry, F. C. (2009). Irradiation effects on meat: a review. *Revista De Ciencias Agrarias*, 32, 255-262.
- Indiarto, R., Pratama, A., Sari, T., & Theodora, H. (2020). Food Irradiation Technology: A Review of The Uses and Their Capabilities. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 68(12), 91-98.
- Irawati, Z., Putri, K., & Zakaria, F. (2011). Aspek Keamanan Pangan: Uji Toksisitas Secara In Vitro Pepes Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) yang Disterilkan Dengan Iradiasi Gamma. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Iradiasi*, 7(2), 9-22.
- Irawati, Z., & Sani, Y. (2012). Feeding Studies of Radiation Sterilization Ready to Eat Foods on Sprague Dawley Rats: In vivo. *Natural Science*, 4(2), 116-122.
- Irawati, Z., Ansori, N., Nurcahya, C. M., & Anas, F. (2003). Development of Shelf-Stable Food Fish Pepes, Chicken and Meat Dishes Through Radiation Processing. *Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting held in Montreal, Canada, 10–14 july 2000* (pp. 85-99). Viena, Austria: International Atomic Energy Agency.
- Irawati, Z., Nurcahya, C., Handayani, D., & Sarjoko. (1997). Pengaruh Iradiasi Gamma pada Kualitas Daging Segar. *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*.
- Irawati, Z., Pertiwi, K., & Zakaria, F. (2010). Uji Toksisitas Terhadap Kadar Malondialdehida dan Kapasitas Antioksidan Pada Rendang Steril Iradiasi: In Vitro. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 6(1), 31-45.
- Irawati, Zubaidah. (2007). Pengembangan Teknologi Nuklir Untuk Meningkatkan Keamanan Dan Daya Simpan Bahan Pangan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 3(2), 41-52.
- Jannah, M., Dipokusumo, B., & Werdiningsih, W. (2018, Mei). Peningkatan Mutu dan Daya Simpan Ikan Pindang Kuning “Pindang Rumbuk” dengan Perlakuan Lama Sterilisasi. *Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan)*, 4(1), 311-322



- Kundu, D., & Holley, R. (2013). Effect of Low-Dose Electron Beam Irradiation on Quality of Ground Beef Patties and Raw, Intact Carcass Muscle Pieces. *Journal of Food Science*, 78(6).
- Mahbub, M., Pramono, Y., & Mulyani, S. (2012). Pengaruh Edible Coating dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Tekstur, Warna dan Kekenyalan Bakso Sapi. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 177-185.
- Modi, V., Sakhare, P., Sachindra, N., & Mahendrakar, N. (2008). Changes in quality of minced meat from goat due to gamma irradiation. *Journal of Muscle Foods*, 19 (1), 430-442.
- Nielsen, S. (2010). *Food Analysis* (Vol. 4th). West Lafayette, IN, USA: Purdue University.
- Nofreana, A., Masi, A., & Deviarni, I. (2017). Pengaruh Pengemasan Vakum Terhadap Perubahan Mikrobiologi, Aktifitas Air Dan pH Pada Ikan Pari Asap. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(1), 66-73.
- Putri, F. N., Wardani, A. K., & Harsojo. (2015). Aplikasi Teknologi Iradiasi Gamma dan Penyimpanan Beku pada Seafood. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 345-352.
- Sari, Y. F., Tanhindarto, R. P., Bustami, & Zahiruddin, W. (2004). Mutu Bakso Ikan Patin Yang Diiradiasi Dengan Sinar Gamma (60-Co). *Risalah Seminar Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*.
- Surjana, W. (2001). *Pengawetan Bakso Daging Sapi dengan Bahan Aditif Kimia pada Penyimpanan Suhu Kamar. (Skripsi)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wahyudi, P., Suwahyono, U., Harsojo, Mumpuni, A., & Wahyuningsih, D. (2005). Pengaruh Pemaparan Sinar Gamma Isotop Cobalt-60 Dosis 0,25-1 kGy Terhadap Daya Antagonistik *Trichoderma harzianum* pada *Fusarium oxysporus*. *Berkala Penelitian Hayati*, 10 (1), 143-151.
- Wibowo, S. (2006). *Pembuatan Bakso Ikan dan Bakso Daging*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Widyaningsih, T. D., & Murtini, E. S. (2006). *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Surabaya: Trubus Agrisaran.
- Winarno, F. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Yashari, R., Nurhaedah, Fitriani, & Dwi, I. (2019). Uji Organoleptik dan Nilai pH Bakso Daging Kerbau yang Ditambahkan Karagenan (*Eucheuma cottonii*). *Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Vol.2.
- Yim, D. G., Jo, C., Kim, H. C., Seo, K. S., & Nam, K. C. (2016). Application of Electron-Beam Irradiation Combined with Aging for Improvement of Microbiological and Physicochemical Quality of Beef Loin. *Korean Journal For Food Science of Animal Resources*, 36(2), 215-222.
- Zhao, L., Zhan, Y., Guo, S., Xiong, W., Xia, H., Liu, W., Venkitasamy, C. (2007). Effect of Irradiation on Quality of Vacuum-Packed Spicy Beef Chops. *Hindawi Journal of Food Quality* 1 (1), 1-8.