

Efektivitas Iradiasi Gamma Terhadap Mutu Vanili (*Vanilla planifolia* A.) Hasil Proses Curing

The effectiveness of gamma-ray irradiation on the quality of cured vanilla

Yossi Handayani^{1,3*}, I Wayan Budiastira^{1,2}, Usman Ahmad¹

¹Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

²Pusat Pengembangan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA), Lantai 2 Gedung Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

³Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP) DKI Jakarta, Jl. Raya Ragunan No.30, RT.8/RW.6, Jati Padang, Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12540, Indonesia

*Email korespondensi: ysshandayani@apps.ipb.ac.id

Info Artikel

Diajukan: 27 Juli 2023
Diterima: 25 September 2023

Keywords:

consumer preference; doses; gamma ray; greenhouse effect dryer; vanilla quality.

Kata Kunci:

dosis; pengering ERK; preferensi konsumen; mutu vanili; sinar gamma.

Abstract

Vanilla was generally stored for conditioning for 2-6 months thus triggering microbial growth. Irradiation can be applied to reduce microbes in vanilla export purpose. The aim of this study was to examine the effectiveness of gamma-ray irradiation on quality of cured vanilla and to determine the best irradiation dose with quality can be accepted by consumers. The experimental design was completely randomized factorial design with three replications. The first factor was irradiation dose at three levels namely 10, 15 and 30 kGy and unirradiated (0 kGy) as a control. The second factor was the raw material of cured vanilla in three levels, namely cured vanilla from GHE (greenhouse effect dryer) without further sweating, vanilla from GHE dryer with four nights further sweating, and vanilla drying out by farmers. Irradiation was given to the cured vanilla after stored for two months. Quality parameter testing was carried out before and after irradiation on packaged samples. A dose at 10 kGy was found effective in reducing microbiological contamination on cured vanilla without and with further sweating according to SNI. Cured vanilla by farmers requires 15 kGy to reduce contamination. The irradiation dose had no significant effect on weight loss, water and vanillin content of cured vanilla. Irradiation increased the value of L^* and chroma but the panelists' preference for vanilla color was still worth 4 (rather like) to 30 kGy. Irradiation increased the panelists' preference for aroma from a slight dislike (3) to a slight liking (4) after irradiation.

Abstrak

Vanili umumnya disimpan untuk tahap penuaan selama 2-6 bulan sehingga memicu pertumbuhan mikroba. Teknologi iradiasi dapat diterapkan untuk mereduksi mikroba pada vanili tujuan ekspor. Tujuan penelitian adalah menguji efektivitas iradiasi gamma terhadap mutu vanili hasil curing serta menentukan dosis iradiasi terbaik dengan mutu masih diterima oleh konsumen. Rancangan percobaan adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama dosis iradiasi sebanyak tiga taraf yaitu 10, 15 dan 30 kGy serta tanpa iradiasi (0 kGy) sebagai kontrol. Faktor kedua adalah bahan baku vanili hasil curing sebanyak tiga taraf yaitu vanili curing dengan pengering efek rumah kaca (ERK) tanpa peram lanjut, vanili curing dengan pengering ERK dan peram lanjut empat malam serta vanili curing hasil penjemuran petani. Pemberian iradiasi dilakukan pada vanili setelah penyimpanan selama dua bulan. Pengujian parameter mutu dilakukan sebelum dan sesudah iradiasi pada sampel yang dikemas, meliputi, fisik, kimia, mikrobiologi, dan uji organoleptik. Dosis iradiasi 10 kGy ditemukan efektif untuk mengurangi cemaran mikrobiologi pada vanili tanpa peram dan dengan peram lanjut sesuai batas cemaran SNI, namun pada vanili penjemuran petani dibutuhkan dosis 15 kGy. Dosis iradiasi tidak memberi efek terhadap susut bobot, kadar air dan kadar vanilin sehingga mutu dan aroma masih baik. Iradiasi meningkatkan nilai L^* dan chroma namun kesukaan panelis terhadap warna vanili masih bernilai 4 (agak suka) hingga 30 kGy. Pemberian iradiasi meningkatkan kesukaan panelis terhadap aroma dari agak tidak suka (3) sebelum diiradiasi menjadi agak suka (4) setelah diiradiasi.

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.011.3.344-357>

1. Pendahuluan

Indonesia berkontribusi untuk mensuplai kebutuhan vanili di pasar internasional. Volume ekspor vanili Indonesia pada tahun 2022 sebanyak 395 ton dengan nilai sebesar US\$ 22,985,000.00. Vanili diekspor ke berbagai negara dalam bentuk *whole* (utuh) sebanyak 94.42% dan *powder* (bubuk) sebanyak 5.58% (Ditjenbun, 2021). Standar mutu vanili *curing* untuk ekspor menurut SNI masih memiliki kadar air tinggi, berkisar 25–38% dengan kadar vanillin sebesar 1.5–2.25% (BSN, 2002).

Vanili yang diekspor diperoleh melalui proses *curing* yang terdiri dari tahapan pelayuan, pemeraman, pengeringan dan penyimpanan (Havkin-Frenkel & Belanger, 2019). Proses *curing* pada tahap pengeringan umumnya masih dengan penjemuran langsung. Bila cuaca kurang baik, waktu pengeringan lebih lama (>25 hari) dan vanili dapat terserang mikroba. Penelitian proses *curing* vanili menggunakan pengering efek rumah kaca (ERK) atau *greenhouse effect dryer* telah dilakukan oleh Abdullah & Mursalim (1997). Hasil penelitian Fitriani (2023) berhasil meningkatkan mutu vanili di antaranya kadar vanillin serta warna yang memenuhi standar SNI dengan menambah peram lanjutan menggunakan pengering ERK.

Vanili umumnya disimpan dalam kotak penyimpanan selama 2-6 bulan untuk penuaan yang merupakan tahap akhir proses *curing* sebelum di ekspor. Tahapan *curing* tersebut bertujuan untuk pengembangan rasa dan aroma lanjutan (Anuradha et al., 2013). Namun, penyimpanan pada kadar air yang cukup tinggi ini dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme, kerusakan produk dan terkait keamanan pangan (Mathot et al., 2021). Rempah mudah tercemar mikroorganisme, nilai *total plate count* (TPC) pada rempah dapat mencapai 10^5 - 10^7 cfu g⁻¹ dan angka kapang dan khamir (AKK) mencapai 10^4 - 10^6 cfu g⁻¹ (IAEA 1992). Kontaminasi pada vanili berupa mikroorganisme mesofilik dengan nilai AKK mencapai 2.1×10^4 cfu g⁻¹ (Bachman et al., 1995). Röling et al., (2001) menyebutkan vanili dengan proses *curing* penjemuran matahari terdapat nilai AKK tertinggi lebih dari 1×10^4 cfu g⁻¹ dan TPC lebih dari 1×10^6 cfu g⁻¹ (melebihi batas cemaran SNI dan BPOM).

Teknologi iradiasi dapat diterapkan untuk mereduksi mikroorganisme serta mengatasi hambatan terkait aturan karantina yang ketat (Gurtler et al., 2014). Pada rempah kering dosis serap maksimum yang disyaratkan yakni sebesar 10 kGy (Kemenkes, 2009). Penelitian iradiasi vanili terdahulu di antaranya adalah Bachman et al., (1995) melakukan iradiasi bahan baku vanili komersil dan didapatkan dosis 15-30 kGy efektif untuk membunuh mikroorganisme, namun belum dilakukan uji organoleptik terhadap vanili setelah diiradiasi. Selain itu, Kishor Kumar et al., (2010) menguji dosis iradiasi terhadap senyawa vanillin dan dihasilkan dosis hingga 30 kGy tidak memberikan pengaruh nyata terhadap vanillin.

Studi tentang pengaruh iradiasi terhadap mutu vanili hasil *curing* menggunakan pengering ERK perlu dilakukan, agar mutu vanili Indonesia dapat diterima di pasar ekspor. Demikian halnya dengan

vanili hasil *curing* petani dengan penjemuran. Preferensi konsumen terhadap mutu vanili yang telah diiradiasi perlu diuji dan divalidasi. Tujuan penelitian ini adalah menguji efektivitas iradiasi sinar gamma pada beberapa bahan baku vanili hasil metode pengeringan yang berbeda serta menentukan dosis iradiasi terbaik dengan mutu masih dapat diterima oleh konsumen. Pada penelitian ini diharapkan terdapat pengaruh jenis bahan baku vanili hasil *curing* yang berbeda dan dosis iradiasi gamma serta adanya interaksi kedua perlakuan terhadap parameter mutu vanili.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan bulan November 2022 hingga Februari 2023 dan bertempat di 1) Laboratorium Lapangan Siswadi Soepardjo leuwikopo, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University, 2) Laboratorium Iradiasi dan Instrumentasi, Kawasan Nuklir Pasar Jumat, BRIN 3) Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University, 4) Badan Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP) DKI Jakarta, Kementan.

2.2 Persiapan bahan baku vanili *curing* (pendahuluan)

Proses *curing* pada penelitian ini sebanyak empat tahap yakni pelayuan, pemeraman, pengeringan dan penyimpanan (Anuradha et al., 2013). Vanili segar didapatkan dari Pandeglang, Banten. Tahap pelayuan dengan merebus vanili dengan air pada suhu 60-65 °C selama 2-3 menit. Buah yang telah direbus, dibungkus dengan handuk kecil serta kain hitam selanjutnya dimasukkan kedalam *styrofoam* ukuran 10 kg. Lapisan atas lainnya adalah karung goni dan plastik hitam lalu *styrofoam* ditutup rapat dan vanili diperam selama ±48 jam. Selama pemeraman suhu dipertahankan pada 30-40 °C.

2.2.1. Pengeringan

Tahapan pengeringan menggunakan pengering ERK (±12-14 hari) dengan suhu dalam pengering pada siang hari mencapai 52±2 °C. Alat pengering yang digunakan adalah pengering efek rumah kaca (ERK) tipe bak (Abdullah & Mursalim, 1997), dimensi 360 × 310 × 200 cm, dinding dan atap menggunakan polikarbonat. *Tray* pengering dari kawat *stainless steel* dengan kapasitas ±12 kg. Bahan baku vanili *curing* satu (C₁) didapatkan dengan perlakuan menggunakan pengering ERK tanpa peram lanjutan. Prosedur sampel C₁ yakni vanili setelah proses pemeraman awal (±48 jam) langsung dikeringkan di pengering ERK tanpa dilakukan pemeraman lanjutan malam harinya. Bahan baku vanili *curing* dua (C₂) didapatkan dengan perlakuan menggunakan pengering ERK dan diperam lanjut selama empat malam. Prosedur sampel C₂ yakni tahapan pengeringan pada siang hari selama 6 jam (pukul 09.00-15.00) dan malam harinya dilanjutkan pemeraman dan berulang selama empat malam diawal pengeringan (Fitriani, 2023). Pengeringan dilakukan hingga kadar air vanili 38-40%.

Bahan baku vanili *curing* tiga (K_0) didapatkan dengan penjemuran oleh petani, tahap pelayuan dan pemeraman sama seperti pada perlakuan C_1 dan C_2 . Vanili *curing* perlakuan penjemuran matahari dikerjakan oleh petani di Pandeglang, Banten. Pengeringan oleh petani, vanili dijemur menggunakan alas terpal pada pukul 10.00-14.00 siang, kemudian malam hari diletakkan kembali di *styrofoam* berulang selama ± 7 hari. Lama pengeringan sekitar $\pm 21-30$ hari.

2.2.2. Penuaan

Vanili hasil tahap pengeringan dibungkus ± 50 g dengan kertas minyak dan disimpan dalam *styrofoam* 1 kg selama dua bulan. Suhu penyimpanan tercatat $\pm 26-31$ °C dengan RH 70-90%.

2.3 Aplikasi iradiasi sinar gamma pada bahan baku vanili hasil *curing*.

Setelah penyimpanan dua bulan, pada vanili hasil *curing* dilakukan persiapan sampel untuk diuji parameter fisik, kimia dan mikrobiologi serta organoleptik sebelum diberikan iradiasi sebagai kontrol (dosis 0 kGy). Vanili hasil *curing* dikemas dengan plastik *wrapping* untuk kemasan primer dan dilapisi plastik PE sebagai kemasan sekunder dan *disealer*. Sampel vanili pada plastik PE berukuran $\pm 24 \times 9$ cm. Instrumen iradiasi yang digunakan adalah *Gamma Cell 220 IRPASENA*, kapasitas volume ± 2 l (laci silinder untuk wadah sampel t:20 × d:15 cm). Kapasitas untuk satu kali dosis penyinaran sebanyak ± 450 g vanili. Suhu ruangan instalasi iradiasi berkisar $\pm 26-30$ °C. Pengukuran dosis serap menggunakan dosimeter yang diletakkan pada tiga titik ukur sampel yakni di bagian atas, samping dan tengah. Dosimeter yang digunakan tipe-4034 (5-50 kGy) merk Harwell Red. Hasil pengukuran dosimetri didapatkan nilai rerata dosis serapnya pada dosis 10 kGy, 15 kGy dan 30 kGy berurutan adalah 9.62 kGy, 13.60 kGy dan 27.57 kGy dengan laju penyinaran sebesar 3 kGy/jam. Waktu yang dibutuhkan untuk penyinaran berkisar 3.5, 5 hingga 10 jam.

2.4 Analisis parameter mutu

2.4.1 Susut bobot

Susut bobot untuk mengetahui persentase selisih antara massa awal vanili sebelum iradiasi dengan massa akhir sesudah iradiasi. Pengukuran susut bobot menggunakan timbangan analitik tipe-PA224C Ohaus. Persentase susut bobot (%) dihitung dengan **Persamaan 1**.

$$S_B = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \quad (1)$$

Dengan: S_B = Susut bobot (%), W_0 = Bobot awal vanili sebelum iradiasi (g), W_1 = Bobot akhir vanili sesudah iradiasi (g).

2.4.2 Warna (L^* , a^* , b^* dan *Chroma*)

Pengukuran warna menggunakan alat *Chromameter* (Minolta CR-400) dengan sistem kromasiti CIELAB Hunter L^* , a^* , b^* dan *Chroma*. Nilai L^* menunjukkan kecerahan dengan skala 0 (hitam) dan 100 (putih).

Koordinat nilai (+a*) menunjukkan warna kemerahan dan (-a*) kehijauan, (+b*) warna kekuningan dan (-b*) kebiruan. *Chroma* menunjukkan warna relatif terhadap kecerahan. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pemberian iradiasi. Nilai *chroma* dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2** (Macdougall, 2010).

$$Chroma = [(a *)^2 + (b *)^2]^{1/2} \quad (2)$$

2.4.3 Kadar air (%bb)

Pengukuran kadar air dilakukan sebelum dan sesudah iradiasi dengan metode gravimetri menggunakan oven pada suhu 105 °C selama ±24 jam hingga bobot konstan (BSN, 1992). Vanili yang digunakan sebanyak 3-5 g. Alat yang digunakan di antaranya oven Shimadzu, cawan dan desikator. Perhitungan kadar air (%bb) menggunakan **Persamaan 3**.

$$K_A = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan: K_A = Kadar air basis basah (%bb), a= Massa cawan (g), b= Massa cawan dan vanili awal (g), c= Massa cawan dan vanili akhir (g).

2.4.4. Kadar Vanilin (%)

Kadar vanillin diukur merujuk SNI 01-0010-2002 (BSN, 2002). Pengujian dilakukan sebelum dan sesudah pemberian iradasi.

2.4.5 Total Plate Count (TPC)

Pengujian TPC berdasarkan SNI ISO 4833-1:2013 (BSN, 2019). Persentase penurunan TPC (%) dihitung berdasarkan penurunan nilai TPC sebelum dan sesudah iradiasi dibandingkan dengan nilai awal sebelum iradiasi.

2.4.6 Angka Kapang dan Khamir (AKK)

Nilai kapang dan khamir diuji merujuk pada SNI ISO 21527-1:2012 (BSN, 2012). Persentase penurunan AKK (%) dihitung berdasarkan penurunan nilai AKK sebelum dan sesudah iradiasi dibandingkan dengan nilai awal sebelum iradiasi.

2.4.7. Uji organoleptik

Uji organoleptik pada penelitian ini yaitu menggunakan skala hedonik terhadap atribut warna serta aroma vanili. Skala hedonik mengasumsikan preferensi konsumen berdasarkan tanggapan suka dan tidak suka (Garnida, 2020). Uji organoleptik dilakukan oleh 26 panelis semi terlatih dari Instansi BPSIP DKI Jakarta. Prosedurnya yakni sampel disajikan kepada panelis satu per satu dan panelis diminta untuk menunjukkan tanggapan hedonik pada skala yang disajikan dengan menggunakan kuesioner. Terdapat enam skala hedonik terhadap atribut warna dan aroma yaitu 1) sangat tidak suka; 2) tidak suka, 3) agak tidak suka, 4) agak suka, 5) suka dan 6) sangat suka. Pengujian dilakukan pada sampel sebelum dan sesudah pemberian iradiasi.

2.5 Rancangan percobaan dan pengolahan data

Rancangan percobaan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 3×3 . Faktor pertama adalah dosis iradiasi (D) terdiri dari tiga taraf yakni 10 kGy (D_{10}), 15 kGy (D_{15}) dan 30 kGy (D_{30}). Vanili *curing* tanpa pemberian iradiasi dengan dosis 0 kGy (D_0) sebagai kontrol. Faktor kedua adalah bahan baku vanili hasil *curing* (C) sebanyak tiga taraf yakni vanili hasil *curing* perlakuan menggunakan pengering ERK dan tanpa peram lanjut (C_1), vanili hasil *curing* perlakuan menggunakan pengering ERK dan kombinasi peram lanjut empat malam (C_2) serta vanili hasil *curing* penjemuran oleh petani (K_0). Banyaknya ulangan untuk setiap kombinasi perlakuan adalah tiga ulangan.

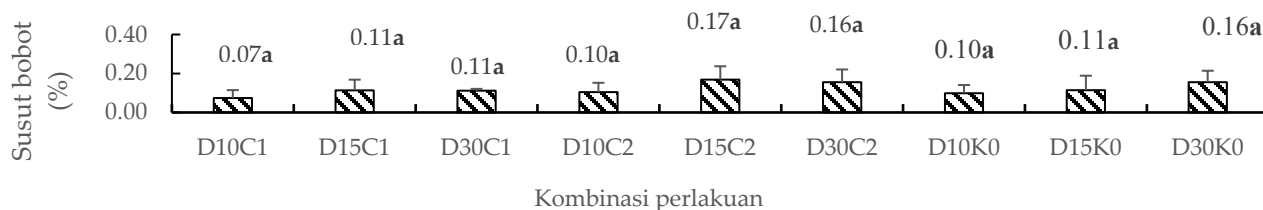
Analisis statistik menggunakan ANOVA pada tingkat kepercayaan $\alpha=0.05\%$, menggunakan aplikasi Minitab 20. Apabila hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata dari variabel kombinasi perlakuan yang diamati (P -value <0.05), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey (Mattjik & Sumertajaya, 2000).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik fisik vanili hasil *curing* sesudah perlakuan iradiasi

3.1.1 Susut bobot (%)

Hasil sidik ragam didapatkan tidak terdapat pengaruh nyata dosis iradiasi (P -value 0.081) maupun vanili hasil *curing* (P -value 0.171) terhadap susut bobot vanili serta tidak terdapat interaksi antar kedua perlakuan (P -value 0.858). Nilai susut bobot pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi serta vanili hasil *curing* ditampilkan pada **Gambar 1**. Nilai rerata susut bobot pada perlakuan D_{10} ; D_{15} dan D_{30} berurutan adalah 0.09 %, 0.13 % dan 0.14%. Penurunan massa vanili hingga pemberian dosis 30 kGy hanya sebesar 0.03-0.12 g, nilai tersebut cukup rendah. Nilai susut bobot setelah iradiasi sejalan dengan kadar air pada vanili yang perubahan nilainya rendah (**Gambar 3**). Salah satu keunggulan teknologi iradiasi adalah terbukti aman serta sangat efektif untuk membunuh mikroorganisme selain itu cenderung rendah terhadap perubahan fisik, sensori dan juga nutrisi pada dosis yang tepat (Pedreschi & Mariotti-Celis, 2020).

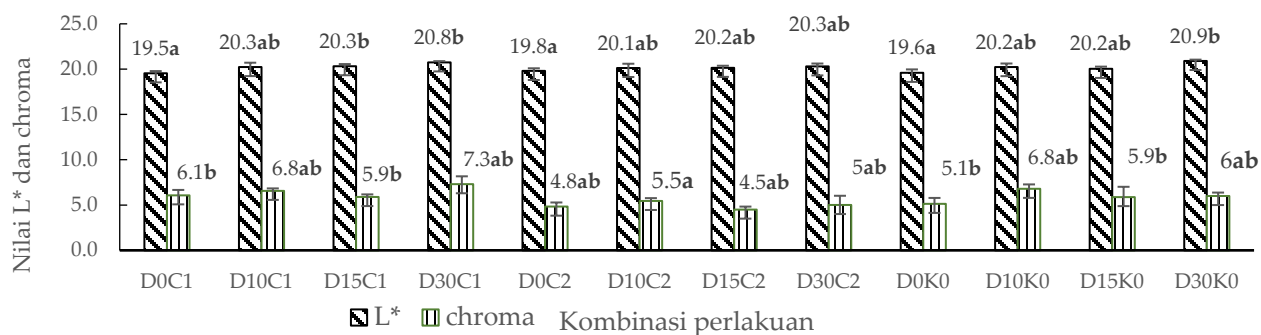


Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada grafik menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0.05$) pada uji lanjut Tukey

Gambar 1. Susut bobot (%) pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing*.

3.1.2 Warna (L^* dan *Chroma*)

Mempertahankan karakteristik warna pada rempah serta bumbu perlu dilakukan untuk mengurangi perubahan warna pada produk makanan akhir. Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat pengaruh nyata perlakuan dosis iradiasi terhadap kecerahan vanili (nilai L^*) (P -value 0.000). Perlakuan vanili hasil *curing* tidak berpengaruh nyata (P -value 0.652) terhadap nilai L^* serta tidak terdapat interaksi kedua perlakuan (P -value 0.316). Nilai L^* tanpa iradiasi (0 kGy) berbeda nyata setelah iradiasi. Dosis 30 kGy berbeda nyata terhadap dosis 15 dan 10 kGy. Nilai L^* dan *chroma* pada vanili hasil *curing* dengan pemberian dosis iradiasi cenderung meningkat disajikan pada **Gambar 2**.



Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada grafik menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0.05$) pada uji lanjut Tukey

Gambar 2. Kecerahan (L^*) dan *chroma* pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing*.

Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat pengaruh nyata perlakuan dosis serta vanili hasil *curing* (P -value 0.008) terhadap nilai *chroma* namun tidak terdapat interaksi antara keduanya (P -value 0.281). Peningkatan nilai L^* dan *chroma* sebelum diiradiasi dan sesudah iradiasi cenderung rendah (**Gambar 2**).

Hasil penelitian Kirkin et al., (2014) menyimpulkan bahwa pemberian iradiasi pada dosis 7 kGy, 12 kGy dan 17 kGy menyebabkan perubahan warna (L^* dan *chroma*) pada *rosemary* dan lada hitam. Pemberian dosis serap yang tinggi pada produk hingga 10-30 kGy dapat menstimulasi beberapa proses biokimia yang menyebabkan perubahan warna, selain itu iradiasi dapat menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan non-enzimatis (Horváthová et al., 2007). Namun, berdasarkan uji organoleptik warna vanili sebelum diiradiasi (0 kGy) hingga dosis 30 kGy, tingkat kesukaan panelis adalah masih pada skala 4 (agak suka). Hal ini dapat terjadi dikarenakan perubahan warnanya secara fisik cenderung rendah sehingga tidak terlihat oleh panelis (**Gambar 5**).

Nilai L^* pada perlakuan C_2 , C_1 dan K_0 berurutan adalah 20.1, 20.2 dan 20.2 (L^* mendekati 0 semakin gelap) dengan nilai *chroma* berurutan 5, 6.5 dan 6. Pada diagram warna pusat setiap sumbu adalah 0 untuk a^* dan b^* , nilai yang semakin rendah menunjukkan *chroma* semakin jenuh (Fellows 2017).

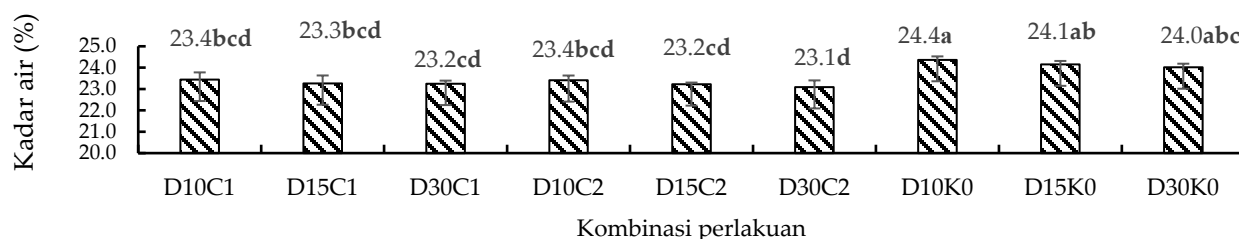
Standar mutu vanili yang baik menurut SNI adalah hitam mengkilat dan hitam kecoklatan dan coklat (BSN, 2002).

3.2 Karakteristik kimia vanili *curing* sesudah perlakuan iradiasi

3.2.1 Kadar air (%bb)

Kadar air vanili selama proses *curing* harus terkontrol dengan baik, karena dapat mempengaruhi perkembangan aroma khasnya. Grafik kadar air kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing* disajikan pada **Gambar 3**. Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan dosis iradiasi tidak berpengaruh terhadap kadar air vanili (P -value 0.175) dan sesuai dengan susut bobotnya (**Gambar 1**). Menurut Irawati (2007) proses penyinaran pada bahan pangan dengan iradiasi gamma tidak menyebabkan kenaikan suhu, selain itu energi yang diserap lebih sedikit dibandingkan produk yang dipanaskan sehingga perubahan karakteristik kimia di antaranya kadar air secara kuantitatif lebih sedikit. Hasil penelitian terdahulu pada bahan pangan di antaranya jamur tiram putih kering menunjukkan bahwa dosis iradiasi tidak mempengaruhi kadar air produk (Kadir, 2010). Air pada bahan memainkan peran utama selama proses iradiasi. Adanya air pada bahan pangan dapat terionisasi akibat iradiasi.

Kadar air vanili mengalami penurunan setelah dilakukan iradiasi dibandingkan sebelum diiradiasi. Hal ini, dapat terjadi dikarenakan adanya pengaruh faktor lingkungan penyimpanan saat proses persiapan sampel. Nilai kadar air vanili hasil *curing* 10 kGy, 15 kGy dan 30 kGy berurutan adalah 23.7%, 23.5% dan 23.5%. Vanili *curing* K_0 memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan bahan baku lainnya. Hal ini dikarenakan karakteristik vanili *curing* C_1 dan C_2 pada tahap pengeringan dengan penggunaan pengering ERK dapat mempercepat penurunan kadar air (Fitriani, 2023).



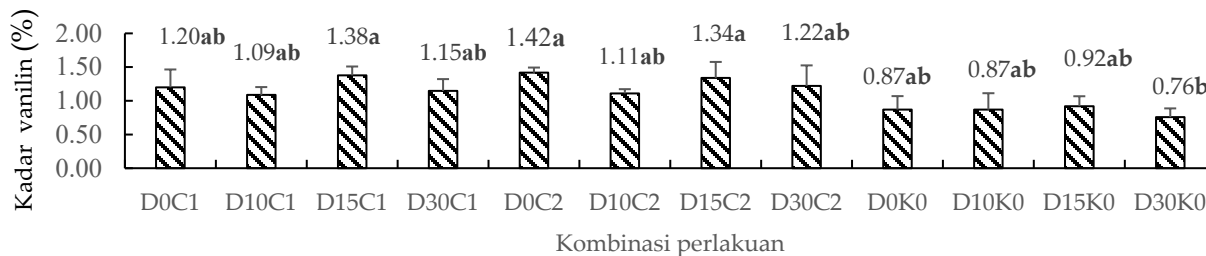
Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada grafik menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0.05$) pada uji lanjut Tukey

Gambar 3. Kadar air (%bb) pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing*.

3.2.2 Kadar vanilin (%)

Menurut Havkin-Frenkel & Belanger (2019) menyebutkan bahwa kualitas sensori vanili disebabkan karena adanya kandungan vanilin serta senyawa volatil lainnya. Hasil sidik ragam didapatkan perlakuan dosis tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar vanillin

setelah diiradiasi. Grafik kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing* disajikan pada **Gambar 4**. Pemberian dosis hingga 30 kGy tidak menyebabkan perubahan terhadap kadar vanillin dibandingkan perlakuan tanpa iradiasi (0 kGy). Hal ini menunjukkan profil aroma vanili masih baik hingga dosis 30 kGy. Rerata kadar vanillin pada 0 kGy, 10 kGy, 15 kGy dan 30 kGy berurutan adalah 1.16%, 1.02%, 1.21% dan 1.04%.



Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada grafik menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0,05$) pada uji lanjut Tukey

Gambar 4. Kadar vanillin (%) pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing*.

Vanili hasil *curing* berpengaruh signifikan terhadap kadar vanillin (P -value 0.000) dan tidak terdapat interaksi antara keduanya (P -value 0.769). Hasil uji lanjut dihasilkan terdapat beda nyata vanili *curing* K₀ dengan C₁ maupun C₂, namun tidak ada beda nyata antara C₁ dan C₂. Hal ini disebabkan karakteristik vanili *curing* C₁ dan C₂ dengan pengeringan ERK memiliki kadar vanillin lebih tinggi dibanding K₀ di awal sebelum diiradiasi. Nilai kadar vanillin pada kombinasi perlakuan D₀C₂ sebesar 1.42% dan pada D₃₀C₂ sebesar 1.22% (**Gambar 4**).

Hasil penelitian Bachman et al., (1995) menyatakan bahwa senyawa vanilin memiliki ketahanan terhadap pemberian iradiasi hingga dosis 50 kGy. Selain itu, Kishor Kumar et al., (2010) menyimpulkan iradiasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap proses radiolisis vanillin serta komponen aroma lainnya hingga 30 kGy, hal ini dikarenakan ikatan C-O₂ cukup stabil.

3.3 Karakteristik mikrobiologi vanili *curing* setelah perlakuan iradiasi

Nilai awal TPC dan AKK sebelum iradiasi pada vanili penjemuran petani (D₀K₀) paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan sudah melebihi batas maksimum cemaran rempah (BPOM, 2019 ; BSN, 2009) (**Tabel 1**). Vanili *curing* D₀C₁ juga memiliki nilai TPC dan AKK melebihi batas cemaran. Vanili *curing* D₀C₂ memiliki nilai TPC masih memenuhi, namun nilai AKK sudah melebihi batas maksimal nilai yang disyaratkan. Hal ini menunjukkan perlakuan penggunaan pengering ERK dan peram lanjutan empat malam dapat mengurangi cemaran terutama nilai TPC (5.3×10^4 cfu g⁻¹) sesuai SNI dan BPOM. Namun, untuk batas cemaran maksimal nilai AKK pada vanili C₂ masih memenuhi berdasarkan standar mutu Internasional sebesar 1×10^5 cfu g⁻¹ (FAO, 2009).

Tabel 1. Penurunan nilai TPC dan AKK pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing*.

Kombinasi perlakuan	Penurunan nilai cemaran (%)			
	TPC (cfu g ⁻¹)		AKK (cfu g ⁻¹)	
D ₀ C ₁	1.8 × 10 ⁶	0%	1.2 × 10 ⁵	0%
D ₁₀ C ₁	6.2 × 10 ²	99.97%	2.2 × 10 ³	98.15%
D ₁₅ C ₁	3.5 × 10 ¹	99.99%	<10	100%
D ₃₀ C ₁	<10	100%	<10	100%
D ₀ C ₂	5.3 × 10 ⁴	0%	1.8 × 10 ⁴	0%
D ₁₀ C ₂	2 × 10 ¹	99.96%	3.5 × 10 ¹	99.81%
D ₁₅ C ₂	<10	100%	<10	100%
D ₃₀ C ₂	<10	100%	<10	100%
D ₀ K ₀	1.1 × 10 ⁸	0%	4.6 × 10 ⁷	0%
D ₁₀ K ₀	6.1 × 10 ⁶	94.46%	6.1 × 10 ⁵	98.67%
D ₁₅ K ₀	9.4 × 10 ³	99.91%	1.1 × 10 ⁴	99.98%
D ₃₀ K ₀	<10	100%	< 10	100%

Peningkatan nilai cemaran setelah penyimpanan selama dua bulan dapat disebabkan sudah adanya cemaran pada awal penyimpanan serta kadar air masih tinggi. Kadar air awal penyimpanan sebesar 37-40% dan diakhir penyimpanan adalah 25.48-26.98%. Cemaran mikrob pada vanili terutama disebabkan oleh kapang, khamir dan bakteri yang mengkontaminasi saat panen maupun ditahapan *curing* selanjutnya (Havkin-Frenkel & Belanger, 2018). Mikroorganisme yang dominan selama proses *curing* vanili diantaranya *Bacillus sp.* dan *Aspergillus sp.* Cemaran bakteri cenderung meningkat pada tahapan kombinasi pemeraman dan pengeringan. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan beberapa bakteri merupakan jenis bakteri termofilik yang mampu berkembang pada suhu hingga ±65°C (Röling et al., 2001).

Sesudah pemberian iradiasi terjadi penurunan jumlah cemaran pada semua vanili hasil *curing* (Tabel 1). Dosis 15 kGy pada perlakuan C₂ mampu mengurangi cemaran menjadi < 10 cfu g⁻¹ (penurunan 100%). Cemaran vanili *curing* C₁ dan K₀ tereliminasi menjadi <10 cfu g⁻¹ (penurunan 100%) pada dosis yang lebih tinggi yakni 30 kGy. Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan C₂ memiliki nilai cemaran awal lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya sebelum diiradiasi. Efektivitas besaran dosis iradiasi dipengaruhi oleh jumlah kontaminasi awal, jenis mikroba serta komposisi kimiawi pada produk (Glidewell et al., 1993). Pemberian dosis 3-10 kGy dapat mengurangi jumlah sel mikroorganisme dari 10⁵-10⁷ menjadi 10⁴ cfu g⁻¹ (Farkas, 1988). Pada rempah kontaminasi cendawan dapat dikurangi menjadi <10 cfu g⁻¹ dengan dosis 4-5 kGy.

Hasil penelitian Bachman et al., (1995) menyebutkan bahwa pemberian dosis iradiasi kisaran 15-30 kGy mampu membunuh semua cemaran berupa nilai TPC dan AKK. Nilai awal TPC sebesar 8.4×10^4 cfu g⁻¹ serta AKK sebesar 2.1×10^4 cfu g⁻¹ menjadi <10 cfu/g (Bachman et al., 1995).

Penggunaan dosis 10 kGy sudah mampu mengurangi nilai TPC dan AKK hingga batas maksimum yang disyaratkan SNI dan BPOM (penurunan 99.86%) terutama pada kombinasi perlakuan D₁₀C₂ dan D₁₀C₁ (**Tabel 1**). Sedangkan pada vanili hasil penjemuran petani dibutuhkan dosis 15 kGy (D₁₅K₀) untuk mengurangi nilai cemaran. Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap atribut warna dan aroma perlakuan D₁₀C₂ paling disukai oleh panelis (**Gambar 5**).

Mekanisme inaktivasi mikroba menggunakan radiasi pengion terutama berdasarkan prinsip dengan mengganggu aktivitas seluler melalui kerusakan asam nukleat dengan efek langsung dan tidak langsung. Efek langsung disebabkan oleh hilangnya elektron karena adanya energi oleh radiasi pengion pada molekul target terutama DNA. Efek tidak langsung dapat terjadi karena adanya produk radiolisis yang dihasilkan akibat ionisasi molekul air pada produk yang diiradiasi. Elektron akan dilepaskan dari molekul air sehingga memutus ikatan kimia dan menghasilkan produk radiolisis di antaranya hidrogen peroksida (H₂O₂) dan radikal hidroksil (OH.) dan bereaksi dengan molekul produk. Radikal hidroksil (OH.) timbul akibat radiolisis air dan sangat reaktif yang menyebabkan kerusakan DNA mikroorganisme (Nair & Sharma, 2016).

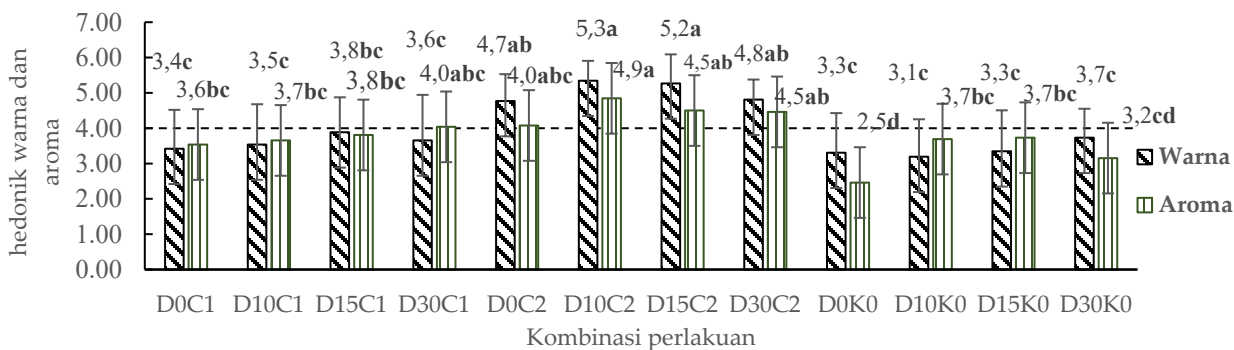
3.4 Uji organoleptik vanili hasil *curing* setelah perlakuan iradiasi (warna dan aroma)

Warna merupakan faktor penting untuk membedakan vanili. Hasil sidik ragam menunjukkan tidak terdapat pengaruh nyata dosis iradiasi terhadap hedonik atribut warna vanili (*P-value* 0.194). Dosis sebelum iradiasi (0 kGy) dan setelah pemberian iradiasi 10-30 kGy tidak berbeda nyata terhadap tingkat kesukaan panelis pada warna vanili yang menunjukkan masih pada skala 4 (agak suka).

Vanili hasil *curing* berpengaruh nyata terhadap hedonik warna vanili (*P-value* 0.000) dan tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan (*P-value* 0.118). Vanili *curing* C₂ berbeda nyata dengan C₁ dan K₀. Karakteristik vanili *curing* C₂ memiliki warna cenderung lebih gelap dengan nilai L* dan *chroma* lebih rendah (**Gambar 2**). Kombinasi perlakuan D₁₀C₂ (**Gambar 5**) memberikan kesukaan panelis pada warna vanili tertinggi dengan skala 5.35 (median 5) yakni suka dengan penampilan warna vanili secara fisik berwarna hitam mengkilat sesuai yang disyaratkan oleh SNI (BSN, 2002).

Hasil sidik ragam didapatkan dosis iradiasi berpengaruh nyata terhadap hedonik atribut aroma vanili (*P-value* 0.000). Kesukaan panelis terhadap aroma berbeda nyata sebelum diiradiasi (0 kGy) dan sesudah iradiasi 10-30 kGy. Perlakuan D₀C₁ dan D₀K₀ sebelum diiradiasi memiliki nilai cemaran mikroba tinggi (**Tabel 1**), maka aromanya cenderung asam dan kurang enak sehingga hasil hedonik aromanya yakni skala 3 (agak tidak suka). Setelah diiradiasi pada dosis 10-30 kGy terjadi peningkatan kesukaan panelis terhadap aroma vanili menjadi skala 4 (agak suka). Peningkatan preferensi panelis

terhadap aroma setelah diiradiasi dapat disebabkan adanya penurunan nilai TPC maupun AKK pada vanili (**Tabel 1**).



Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada grafik menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0.05$) pada uji lanjut Tukey

Gambar 5. Uji organoleptik atribut warna dan aroma vanili pada kombinasi perlakuan dosis iradiasi dan vanili hasil *curing*.

Pemberian dosis iradiasi 10-30 kGy masih memberikan kesukaan panelis terhadap aroma dengan skala 4 (agak suka). Hasil ini sesuai dengan nilai kadar vanillin yang tidak berbeda nyata hingga pemberian dosis 30 kGy (**Gambar 4**). Lescano et al., (1991) menyatakan bahwa pemberian dosis 10-30 kGy pada bubuk jahe dan kunyit yang disimpan selama enam bulan tidak mengubah aroma serta rasanya.

Vanili hasil *curing* memberikan pengaruh nyata terhadap hedonik atribut aroma vanili (P -value 0.000) vanili namun tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan (P -value 0079). Vanili *curing* berbeda nyata dengan C_1 dan K_0 terhadap aroma vanili. Panelis lebih menyukai aroma vanili *curing* C_2 , disebabkan kadar vanillinnya lebih tinggi dibandingkan vanili *curing* lainnya (**Gambar 4**). Kombinasi perlakuan $D_{10}C_2$ menghasilkan nilai aroma tertinggi dengan skala 4.85 (median 5) yakni panelis suka dengan mutu aroma vanili yang secara fisik tercium kuat.

4. Kesimpulan

Penggunaan iradiasi gamma dosis 10 kGy ditemukan efektif untuk mereduksi nilai TPC dan AKK pada vanili *curing* dengan pengering ERK tanpa peram (C_1) maupun peram lanjut empat malam (C_2), sedangkan pada vanili *curing* penjemuran petani (K_0) dibutuhkan dosis 15 kGy sesuai SNI dan BPOM. Namun hasil pengujian statistik menunjukkan tidak terdapat interaksi antara dosis iradiasi dengan vanili *curing* terhadap mutu vanili.

Iradiasi dosis 10-30 kGy tidak menyebabkan terjadinya perubahan mutu di antaranya susut bobot, kadar air serta kadar vanillin, namun menyebabkan terjadinya peningkatan nilai L^* dan *chroma*.

Hasil uji organoleptik terhadap hedonik warna tidak berubah karena pemberian iradiasi gamma dosis 10-30 kGy yakni masih pada skala 4 (agak suka), sedangkan hedonik aroma meningkat dari semula pada skala 3 (agak tidak suka) menjadi 4 (agak suka) setelah diiradiasi. Kombinasi perlakuan D₁₀C₂ menghasilkan kesukaan terhadap atribut warna dan aroma terbaik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP), Kementan atas dukungan dana penelitian melalui program beasiswa tahun anggaran 2021. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Lab. Lapangan Siswadi Soepardjo leuwikopo, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, serta Pusat Pengembangan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA) IPB University atas dukungan penggunaan pengering ERK.

5. Daftar Pustaka

- Abdullah, K. & Mursalim. (1997). Drying of vanilla pods using a greenhouse effect solar dryer. *Drying Technology*, 15(2), 685–698. <https://doi.org/10.1080/07373939708917254>
- Anuradha, K., Shyamala, B. N., & Naidu, M. M. (2013). Vanilla-its science of cultivation, curing, chemistry, and nutraceutical properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(12), 1250–1276. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.563879>
- Bachman, S., Pietka, M., & Zegota, H. (1995). Studies on some microbiological and chemical aspects of irradiated vanilla beans. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry Articles*, 189(1), 71–76. <https://doi.org/10.1007/BF02040183>
- BPOM. (2019). *Batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan*. PerBPOM No. 13. Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- BSN. (1992). *Cara uji makanan dan minuman SNI-01-2891-1992*. Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2002). *Persyaratan mutu panili. SNI-01-0010-2002*. Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2009). *Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan. SNI 7388*. BSN.
- BSN. (2012). *Mikrobiologi bahan pangan dan pakan-metode horisontal untuk enumerasi kapang khamir. SNI ISO 21527-1:2012*. Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2019). *Mikrobiologi rantai pangan-metode horizontal untuk enumerasi mikroorganisme. SNI ISO 4833-1:2013*. Badan Standardisasi Nasional.
- Ditjenbun. (2021). *Buku Statistik Non Unggulan Nasional 2020-2022*. Kementan.
- FAO. (2009). *Vanilla (postharvest operations)*. FAO United State.
- Fitriani (2023). *Peningkatan mutu vanili melalui peram lanjutan pada proses pengeringan menggunakan green house effect solar dryer*. [tesis]. IPB University.
- Garnida, Y. (2020). *Uji Inderawi dan Sensori Pada Industri Pangan*. Maggu Makmur Tanjung Lestari.

- Gurtler, J. B., Doyle, M. P., & Kornacki, J. L. (Eds.). (2014). *The microbiological safety of low water activity foods and spices*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2062-4>
- Havkin-Frenkel, D., & Belanger, F. C. (Eds.). (2018). *Handbook of vanilla science and technology* (Second edition). Wiley.
- Havkin-Frenkel, D., & Belanger, F. C. (Eds.). (2019). *Handbook of vanilla science and technology* (Second edition). Wiley.
- Horváthová, J., Suhaj, M., & Polovka, M. (2007). Effect of gamma irradiation on trichromatic values of spices. *Chemical Papers*, 61(4). <https://doi.org/10.2478/s11696-007-0034-3>
- IAEA. (1992). Irradiation of spices, herbs and other vegetable seasonings a compilation of technical data for its authorization and control. *A Compilation of Technical Data for Its Authorization and Control*. International Consultative Group on Food Irradiation.
- Irawati, Z. (2007). Pengembangan teknologi nuklir untuk meningkatkan keamanan dan daya simpan bahan pangan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 3(2).
- Kadir, I. (2010). Pemanfaatan iradiasi untuk memperpanjang daya simpan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) kering. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 6(1).
- Kemenkes. (2009). *Pangan iradiasi. Permenkes no. 701*. Kemenkes.
- Kirkin, C., Mitrevski, B., Gunes, G., & Marriott, P. J. (2014). Combined effects of gamma-irradiation and modified atmosphere packaging on quality of some spices. *Food Chemistry*, 154, 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.002>
- Kishor Kumar, K., Arul AnanthaKumar, A., Ahmad, R., Adhikari, S., Variyar, P. S., & Sharma, A. (2010). Effect of gamma-radiation on major aroma compounds and vanillin glucoside of cured vanilla beans (*Vanilla planifolia*). *Food Chemistry*, 122(3), 841–845. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.006>
- Lescano, G., Narvais, P., & Kairiyama, E. (1991). Sterilization of spices and vegetable seasoning by gamma radiation. *Acta Alimentaria*, 24(19), 233–242.
- Mathot, A. G., Postollec, F., & Leguerinel, I. (2021). Bacterial spores in spices and dried herbs: The risks for processed food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 840–862. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12690>
- Nair, P. M., & Sharma, A. (2016). Food Irradiation. In *Reference Module in Food Science* (p. B9780081005965030000). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.02950-4>
- Pedreschi, F., & Mariotti-Celis, M. S. (2020). Irradiation kills microbes. In *Genetically Modified and Irradiated Food* (pp. 233–242). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817240-7.00014-0>
- Röling, W. F. M., Kerler, J., Braster, M., Apriyantono, A., Stam, H., & Van Verseveld, H. W. (2001). Microorganisms with a taste for vanilla: Microbial ecology of traditional Indonesian vanilla curing. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(5), 1995–2003. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.5.1995-2003.2001>