

# **CARA IRADIASI YANG BAIK UNTUK MEMPERPANJANG MASA SIMPAN PISANG, MANGGA DAN PEPAYA**



**DIREKTORAT STANDARDISASI PRODUK PANGAN**  
**DEPUTI BIDANG PENGAWASAN KEAMANAN PANGAN**  
**DAN BAHAN BERBAHAYA**  
**BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN**  
**REPUBLIK INDONESIA**



**CARA IRADIASI YANG BAIK  
UNTUK MEMPERPANJANG MASA SIMPAN  
PISANG, MANGGA DAN PEPAYA**

**DIREKTORAT STANDARDISASI PRODUK PANGAN**  
DEPUTI BIDANG PENGAWASAN KEAMANAN PANGAN DAN BAHAN BERBAHAYA  
BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN  
REPUBLIK INDONESIA  
2004

Cara Iradiasi yang Baik untuk Memperpanjang Masa Simpan Pisang, Mangga dan Pepaya

Jakarta : Direktorat SPP, Deputi III, Badan POM RI, 2004  
12 hlm : 21 cm X 29,7 cm

**ISBN 979-98509-4-0**

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk elektronik, mekanik, fotokopi, rekaman atau cara apapun tanpa izin tertulis sebelumnya dari Badan POM RI.

Diterbitkan oleh Direktorat Standardisasi Produk Pangan, Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya, Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, Jl. Percetakan Negara No. 23, Jakarta Pusat 10560.  
Telepon : (62-21) 428 75584, Faksimile : (62-21) 428 75780.  
Email : [standarpangan@pom.go.id](mailto:standarpangan@pom.go.id)

**Pelindung**

Drs. H. Sampurno, MBA

**Pengarah**

Prof. Dr. Ir. Dedi Fardiaz, MSc.  
Ir. Sri Irawati Susalit

**Ketua**

Ir. Tetty Helfery Sihombing

**Sekretaris**

Yusra Egayanti, SSi

**Nara Sumber**

Dr. Zubaidah Irawati (BATAN)

**Anggota**

Dra. Elin Herlina  
Yeni Restiani, SSi  
Dwi Agustyanti, SP  
Charles Sirait  
Markus  
Ganafi

**CARA IRADIASI  
YANG BAIK  
UNTUK  
MEMPERPANJANG  
MASA SIMPAN  
PISANG, MANGGA DAN  
PEPAYA**





## KATA SAMBUTAN

Berbagai cara dan upaya dilakukan manusia dalam rangka penyediaan pangan yang aman, bermutu, bergizi, beragam dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Iradiasi merupakan salah satu cara yang cukup efektif digunakan dalam mengatasi berbagai kerusakan pangan pasca panen khususnya pangan segar.

Meskipun bagi sebagian masyarakat iradiasi merupakan suatu hal yang baru dan mungkin mengkhawatirkan, teknik iradiasi pangan telah dimanfaatkan secara luas dan komersial. Kekhawatiran masyarakat muncul akibat dari kasus nuklir yang pernah terjadi dan mengakibatkan banyak korban jiwa, meskipun hal tersebut tidak berhubungan dengan pengolahan pangan. Disamping itu masyarakat tidak mendapatkan informasi yang cukup tentang penggunaan teknik iradiasi terhadap pangan. Sama seperti teknik pengolahan pangan lain, teknik iradiasi telah terbukti aman digunakan untuk pangan. Selama bertahun-tahun teknik iradiasi telah digunakan di beberapa negara dan pangan iradiasi telah diproduksi, diedarkan dan dikonsumsi oleh berbagai lapisan masyarakat di dunia.

Pemerintah mengakui dan memperbolehkan penggunaan teknik iradiasi untuk pangan sejak tahun 1987 melalui beberapa surat keputusan dan sejak saat itu iradiasi telah dimanfaatkan baik dalam skala penelitian maupun untuk tujuan komersial. Pedoman ini dimaksudkan sebagai acuan bagi produsen pangan dan pihak fasilitas iradiasi dalam pelaksanaan iradiasi pangan yang bersangkutan. Pedoman ini juga merupakan acuan bagi instansi pemerintah dalam melaksanakan pengawasan pangan iradiasi.

Terima kasih kami sampaikan kepada setiap pihak yang telah berupaya mewujudkan terbitnya pedoman ini. Namun demikian, kami juga berterima kasih kepada setiap pembaca yang berkenan menyampaikan kepada kami hal-hal yang perlu diperbaiki dari pedoman ini.

Kiranya pedoman ini bermanfaat bagi kita.

Jakarta, Desember 2004

DEPUTI BIDANG PENGAWASAN  
KEAMANAN PANGAN DAN BAHAN BERBAHAYA

DEDI FARDIAZ  
NIP. 130367114



## KATA PENGANTAR

Teknik iradiasi merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah kerusakan pangan. Pengawetan pangan dengan teknik iradiasi telah diakui oleh CODEX, organisasi internasional dibidang pangan. Berbagai negara di dunia yang merupakan anggota *International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI)* termasuk Indonesia telah memanfaatkan teknik iradiasi dalam pengawetan berbagai jenis pangan dan merasakan manfaatnya.

Sebagai wujud kerjasama dengan berbagai pihak terkait termasuk instansi pemerintah, produsen dan konsumen, Badan Pengawas Obat dan Makanan (Badan POM) memandang perlu untuk menyiapkan dan menyebarluaskan berbagai informasi tentang pangan iradiasi, antara lain ketentuan perundang-undangan, standar dan pedoman pangan iradiasi.

**Cara Iradiasi yang Baik untuk Memperpanjang Masa Simpan Pisang, Mangga dan Pepaya**, merupakan salah satu dari sejumlah Pedoman Iradiasi yang dikeluarkan oleh Direktorat Standardisasi Produk Pangan - Badan POM. Pedoman ini mengacu pada dokumen *International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI) Nomor 06 (Code of Good Irradiation Practice for Shelf-Life Extension of Bananas, Mangoes and Papayas)*.

Pedoman ini merupakan bagian dari Informasi Publik yang disiapkan oleh Badan POM dalam rangka menuntun pihak-pihak yang bersangkutan khususnya pihak fasilitas iradiator dan industri pangan dalam melaksanakan iradiasi pangan di Indonesia. Pedoman ini juga digunakan oleh Badan POM dan instansi pemerintah lainnya dalam melaksanakan pengawasan produksi dan peredaran pisang, mangga dan pepaya yang diiradiasi termasuk produk yang diimpor.

Penyusunan Pedoman ini melibatkan berbagai institusi terkait baik instansi pemerintah maupun pihak swasta. Namun demikian tidak tertutup kemungkinan terdapat berbagai kekurangan. Untuk itu tanggapan dan koreksi yang membangun kami harapkan dari setiap pembaca.

Jakarta, Desember 2004

DIREKTUR STANDARDISASI PRODUK PANGAN

SRI IRAWATI SUSALIT  
NIP. 080056191

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>TIM PENYUSUN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA SAMBUTAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 RUANG LINGKUP .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PRA-IRADIASI.....</b>	<b>1</b>
2.1 Penanganan Pra – Iradiasi.....	1
2.1.1 Pisang.....	2
2.1.2 Mangga.....	3
2.1.3 Pepaya.....	4
2.2 Pengemasan.....	4
2.2.1 Pisang.....	5
2.2.2 Mangga.....	5
2.2.3 Pepaya.....	5
2.3 Penyimpanan dan Pengangkutan Pra-Iradiasi.....	5
<b>3 IRADIASI.....</b>	<b>6</b>
3.1 Sumber Radiasi, Persyaratan dan Pengoperasian Fasilitas, Parameter Proses.....	6
3.2 Dosis Serap .....	7
3.2.1 Pisang.....	7
3.2.2 Mangga.....	8
3.2.3 Pepaya.....	8
3.3 Kondisi Iradiasi .....	8
<b>4 PENYIMPANAN DAN PENANGANAN PASCA-IRADIASI .....</b>	<b>8</b>
<b>5 PELABELAN.....</b>	<b>9</b>
<b>6 IRADIASI ULANG .....</b>	<b>10</b>
<b>7 MUTU PISANG, MANGGA DAN PEPAYA YANG TELAH DIIRADIASI ...</b>	<b>10</b>
7.1 Pisang.....	10
7.2 Mangga.....	10
7.3 Pepaya.....	10
<b>LAMPIRAN : DAFTAR PUBLIKASI TENTANG PANGAN IRADIASI .....</b>	<b>12</b>

## 1 RUANG LINGKUP

Pedoman ini ditujukan untuk iradiasi terhadap buah-buahan segar tropis, termasuk varietas dan cultivarnya yang meliputi :

- Pisang (*Musa spp* dan hybrids)
- Mangga (*Mangifera indica L.*)
- Pepaya (*Carica papaya L.*)

Iradiasi terhadap pisang, mangga dan pepaya dimaksudkan untuk memperpanjang masa simpan produk dengan menunda atau memperlambat kematangan/kemasaan. Kemungkinan lain yang terjadi sehubungan dengan iradiasi adalah pengurangan jumlah mikroorganisme atau pembasmian serangga, akan tetapi hal ini bukan merupakan tujuan utama iradiasi terhadap pisang, mangga dan papaya sebagaimana dimaksud dalam pedoman ini.

## 2 PRA-IRADIASI

### 2.1 Penanganan Pra-Iradiasi

Buah yang akan diiradiasi harus merupakan hasil yang baru dipanen, berada dalam keadaan baik, bersih, tidak rusak atau cacat dan tanpa indikasi adanya mikroba pembusuk atau gangguan serangga. Jika dimungkinkan buah harus dipanen pada cuaca kering dan sejuk untuk mengurangi efek pemanasan. Hasil panen harus segera dianginkan untuk menghilangkan panas yang terserap selama pemanenan. Pemetikan dan penanganan yang hati-hati akan mengurangi kerusakan akibat benturan. Iradiasi tidak dapat memperbaiki kualitas buah yang buruk atau cara penanganan yang tidak baik.

Pisang, mangga dan pepaya merupakan buah klimaterik (*climacteric*) dan dipanen pada tahap matang hijau (*matur green state*). Buah-buahan tersebut selanjutnya akan mengalami penurunan kecepatan respirasi sebagaimana ditunjukkan dengan rendahnya evolusi CO<sub>2</sub> dan konsumsi O<sub>2</sub>. Pada penanganan berikutnya, pematangan buah dimulai dimana respirasi dan kecepatan evolusi etilen meningkat dan buah akan mengalami pelunakan dan perubahan warna. Pada saat respirasi dan kecepatan evolusi etilen mencapai puncak atau segera setelah melalui tahapan tersebut maka buah dinyatakan dalam keadaan matang.

Kematangan buah saat dipanen merupakan faktor kritis yang mempengaruhi mutu buah. Dengan teknik iradiasi kematangan buah dapat ditunda dan untuk itu buah harus dipanen pada tahap matang hijau (*matur green state*) sebelum memasuki tahap klimaterik (*climacteric*). Jika iradiasi



dilakukan setelah memasuki tahap klimaterik (*climacteric*), maka penundaan kematangan tidak akan terjadi bahkan justru akan mempercepat kematangan. Dan jika iradiasi dilakukan terlalu awal, kematangan mungkin tidak terjadi.

Pisang, mangga dan pepaya merupakan buah yang mudah dirusak oleh kapang. Pembasmian kapang dengan iradiasi memerlukan dosis serap yang mungkin bersifat *phytotoxic*. Untuk mencegah pembusukan akibat kapang, maka buah-buahan tersebut dapat diberi suatu perlakuan pra-iradiasi dengan cara perendaman pada air panas, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Pepaya : 20 menit pada suhu 49<sup>o</sup>C atau 10 menit pada suhu 50<sup>o</sup>C
- Mangga : 10 menit pada suhu 50<sup>o</sup>C atau 5 menit pada suhu 55<sup>o</sup>C
- Pisang : 5 menit pada suhu 50<sup>o</sup>C

Sebagai tambahan ke dalam air dapat ditambahkan fungisida dari jenis yang diizinkan. Setelah itu buah-buahan dapat diberi lapisan lilin (*wax*). Dan untuk mencegah kerusakan kulit buah, maka sebelum iradiasi, buah-buahan harus dikeringkan dengan seksama.

### **2.1.1 Pisang**

Pisang dipanen pada tahap hijau dan keras (*hard green state*). Masa penyimpanan *green preclimacteric* sangat bergantung pada tingkat kematangan saat dipanen. Pisang yang dipanen sebelum tahap kematangan akan tahan lebih lama daripada yang dipanen sesudah memasuki tahap kematangan.

Tidak terdapat kepastian dan cara yang mudah untuk menentukan saat kematangan pisang. Ukuran buah pisang semata tidak dapat digunakan sebagai pedoman sebab buah pisang dari pohon yang rusak atau berpenyakit dapat dikatakan matang meskipun ukurannya kecil. Para eksportir umumnya mengutamakan pada ukuran dan bentuk *angularities* buah. Dengan melaksanakan Cara Budidaya yang Baik, maka kombinasi antara ukuran buah dan usia kronologis buah, yaitu jarak waktu antara timbulnya *inflouresensi* dan pemanenan, biasanya merupakan indikasi yang dapat dipercaya untuk menetapkan tingkat kematangan buah pisang.

Sebelum diiradiasi, pisang dilepas dari tandannya, diperiksa dan dicuci untuk melepaskan sisa bunga, kotoran dan getah kemudian direndam dalam larutan anti kapang untuk mencegah kerusakan jaringan mahkotanya. Setiap sisir kemudian dapat dipisahkan sehingga terdiri dari 5 sampai 6 buah pisang tergantung kebiasaan setempat dan persyaratan pengemasan. Getah dari bagian yang dipotong harus dibiarkan menetes terlebih dahulu sebelum dikemas. Sejenis pasta anti kapang biasanya

digunakan untuk menutupi bagian yang dipotong tersebut guna mengurangi penyusutan jaringan mahkota dan kerusakan oleh kapang.

Perlu diperhatikan bahwa iradiasi terhadap pisang yang belum matang harus dihindarkan karena iradiasi akan mengakibatkan buah menjadi gagal untuk matang secara normal dan akan mengurangi aromanya.

### **2.1.2 Mangga**

Biasanya mangga dipetik pada tahap matang hijau (*matur green stage*). Tahap kematangan mangga pada saat dipanen merupakan titik kritis penting, sebab buah yang belum matang cenderung kurang manis dan rasa serta aromanya kurang baik saat matang. Buah tersebut juga lebih cepat berkerut/mengkisut bila dibandingkan dengan buah yang dipanen dalam keadaan matang.

Tidak ada keseragaman metoda dalam memperkirakan kematangan buah mangga, sebab kriteria yang cocok untuk satu varietas mungkin tidak cocok untuk yang lain. Umumnya, pemanenan didasarkan pada ukuran, bentuk dan warna buah. Pada beberapa varietas kematangan ditandai dengan terbentuknya warna hijau pudar yang merata, pembesaran di bagian bahu serta terbentuknya bagian cekung di sekitar tangkai buah. Gravitasi buah juga dapat digunakan untuk menentukan indeks kematangan, buah yang gravitasinya diatas 1.0 akan matang dengan rasa yang enak.

Perubahan warna daging buah dari kuning kehijauan menjadi kuning merupakan indeks kematangan yang dapat dipercaya tetapi hal tersebut akan merusak buah, kecuali jika diukur menggunakan metoda transmisi cahaya. Di beberapa negara, mangga biasa dipanen pada tahap kematangan awal agar ketika tiba di pasar kondisinya tetap bagus, terutama pada awal musim mangga dimana harganya masih mahal.

Iradiasi pada mangga yang belum matang harus dihindarkan karena akan menyebabkan kematangan yang tidak merata serta mempercepat kelayuan. Sebelum dikemas, mangga harus dipangkas sehingga hanya sedikit batang yang tertinggal, kemudian diperiksa dan dibersihkan untuk menghilangkan getah. Jika iradiasi akan dikombinasikan dengan penggunaan air panas dan pelapisan lilin/*waxing*, maka buah mangga harus dikeringkan dengan saksama.

### 2.1.3 Pepaya

Umumnya pepaya dipanen dengan memperhatikan ukuran dan warnanya. Untuk tujuan perdagangan, pemetikan buah dilaksanakan dengan memperhatikan tingkatan warna serta waktu yang dibutuhkan untuk tiba di pasar.

Tingkatan warna tersebut adalah :

- a. Terbentuknya galur-galur berwarna hijau tua hingga kuning kemerahan pada bagian permukaan jantung pisang, namun demikian kondisi cahaya pada saat panen dapat menyulitkan untuk membedakan antara *colour break* dengan hijau tua. Pada pepaya yang dikemas untuk tujuan perdagangan, maka saat daging buah mulai membentuk warna, tahap tersebut dianggap sebagai hijau tua. Pada beberapa pasar, buah pepaya dipasarkan dalam tahap awal matang hijau dimana daging buah masih berwarna putih dan masih terdapat getah.
- b. Warna merah hingga kuning terdapat pada kira-kira  $\frac{1}{4}$  bagian, warna tersebut terbentuk di sepanjang galur bagian ujung. Dalam perdagangan, tahap ini disebut  $\frac{1}{4}$  warna.
- c. Warna kuning meliputi kira-kira  $\frac{1}{4}$  sampai  $\frac{1}{2}$  permukaan. Dalam perdagangan tahap ini disebut  $\frac{1}{2}$  warna.
- d. Warna kuning meliputi  $\frac{1}{2}$  sampai  $\frac{3}{4}$  permukaan buah. Dalam perdagangan, tahap ini disebut  $\frac{3}{4}$  warna, dalam kondisi tersebut, buah harus segera didistribusikan dengan masa simpan di pasar tidak lebih dari 7 hari pada suhu 30°C.
- e. Warna kuning meliputi  $\frac{3}{4}$  hingga seluruh permukaan. Dalam perdagangan tahap ini disebut berwarna penuh dan masa simpannya terbatas pada distribusi hingga pasar.

### 2.2 Pengemasan

Pada umumnya wadah yang biasa digunakan untuk pengemasan buah-buahan tropis cocok untuk digunakan pada iradiasi. Jika diiradiasi dengan dosis yang ditetapkan, bahan kemasan yang kontak dengan buah tersebut tidak akan mengalami perubahan mutu serta tidak menjadi toksik terhadap pangan. Wadah yang terbuat dari kayu atau bahan selulosa lain yang terpapar radiasi berulang-ulang berangsur-angsur akan rusak dan pada suatu saat tidak dapat digunakan lagi.

Ukuran dan bentuk wadah yang digunakan untuk iradiasi buah pisang, mangga atau pepaya antara lain ditentukan oleh kondisi fasilitas iradiasi. Faktor kritis lain yang perlu diperhatikan adalah sistem pengangkutan produk dan sumber iradiasi karena hal tersebut berkaitan dengan kecepatan distribusi dosis dalam wadah. Prosedur iradiasi akan lebih mudah jika kemasan produk berbentuk geometris dan seragam. Pada

fasilitas iradiasi tertentu pengemasan mungkin dibatasi untuk ukuran dan bentuk tertentu.

ICGFI telah mengeluarkan daftar bahan kemasan yang diizinkan dipergunakan di beberapa negara untuk iradiasi pangan. Daftar tersebut dapat dilihat pada Pedoman Otorisasi Iradiasi Pangan Secara Umum atau Berdasarkan Kelompok Pangan (Cara Iradiasi Pangan-10/BPOM/2004). Meskipun demikian, pemilihan bahan kemasan dapat ditentukan sesuai dengan peraturan di negara dimana produk tersebut dipasarkan.

### **2.2.1 Pisang**

Pada pengemasan pisang, tandan-tandan yang telah kering dimasukkan ke dalam kotak *fibre* dengan ukuran sesuai kebiasaan setempat dan persyaratan ekspor. Mengingat pisang merupakan buah yang sangat lembut, maka segala usaha harus diupayakan untuk meminimalkan luka goresan akibat gesekan dan untuk mencegah luka dapat digunakan pelapis film polietilen.

### **2.2.2 Mangga**

Pembungkusan setiap buah mangga dengan kertas *tissue* lalu dimasukkan ke dalam kotak *fibre* merupakan perlindungan yang terbaik selama pengangkutan dan penanganan. Penggunaan lapisan film polietilen tidak dianjurkan, sebab mangga sangat sensitif terhadap terjadinya peningkatan kadar CO<sub>2</sub> yang akan mempengaruhi mutu pematangan buah.

### **2.2.3 Pepaya**

Masing-masing buah pepaya dibungkus dalam kertas putih yang bersih kemudian dimasukkan dalam kotak *fibre* atau kotak kayu yang dilapisi dengan *wood wool*. Buah yang sebelumnya diberi perlakuan air panas harus dikeringkan dengan seksama sebelum dibungkus dan dimasukkan ke dalam kotak. Ukuran kotak dapat bervariasi tergantung dari ukuran buah.

## **2.3 Penyimpanan dan Pengangkutan Pra-Iradiasi**

Perlu diperhatikan bahwa iradiasi harus dilaksanakan beberapa waktu setelah pisang, mangga dan pepaya dipanen. Jika iradiasi dilaksanakan setelah pemberian perlakuan air panas yang ditujukan untuk pengendalian penyakit, maka iradiasi harus dilaksanakan segera setelah perlakuan air panas tersebut dan buah telah dikeringkan dengan seksama. Waktu jeda

antara perlakuan air panas dengan pelaksanaan iradiasi harus seminimal mungkin.

Selama penyimpanan sebelum diiradiasi, buah harus dijaga pada suhu dan kelembaban optimum untuk menghindari kerusakan yang parah. Buah-buah yang rusak lebih rentan terhadap kerusakan iradiasi.

### **3 IRADIASI**

#### **3.1 Sumber Radiasi, Persyaratan dan Pengoperasian Fasilitas, Parameter Proses**

Sebagai panduan pelaksanaan iradiasi, disarankan untuk menggunakan referensi berikut:

- a. *Codex General Standard for Irradiated Foods, Codex Stan 106-1983 (CAC/VOL. XV-Ed 1).*
- b. *Recommended International Code of Practice for the Operation of Irradiation Facilities Used for the Treatment of Food, CAC/RCP 19-1979, Rev.1 (CAC. VOL. XV-Ed 1).*

Publikasi tersebut memuat persyaratan dan pedoman tentang parameter proses iradiasi, fasilitas iradiasi serta cara pengoperasiannya.

Sesuai dengan standar *Codex*, radiasi pengion yang dapat digunakan pada proses iradiasi pangan adalah:

- a. Sinar Gamma dari radionuklida  $^{60}\text{Co}$  atau  $^{137}\text{Cs}$ .
- b. Sinar X yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau dibawah 5 MeV.
- c. Elektron yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau dibawah 10 MeV.

Pada prinsipnya salah satu dari radiasi ionisasi tersebut dapat dipergunakan, namun demikian penggunaan elektron untuk produk-produk dalam jumlah besar (curah) akan mengalami keterbatasan berkenaan dengan sifat penetrasinya yang kurang baik.

Untuk membedakan produk yang telah diiradiasi dengan yang tidak diiradiasi, dalam pengoperasian fasilitas iradiasi penting untuk menggunakan dinding pembatas guna memisahkan produk yang telah diiradiasi dengan yang tidak diiradiasi. Saat ini masih dikembangkan suatu indikator yang dapat berubah warna ketika dikenai radiasi sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Indikator tersebut biasa digunakan pada radiasi sterilisasi, dengan menggunakan stiker kertas atau sejenisnya yang

ditempelkan pada tiap unit produk sehingga dapat membantu operator dalam mengidentifikasi produk yang telah diiradiasi.

Pisang, mangga dan pepaya yang telah diiradiasi harus diidentifikasi dengan nomor lot atau dengan cara-cara lain yang sesuai. Untuk memudahkan pelaksanaan verifikasi oleh instansi yang berwenang, perlu untuk menyimpan sejumlah catatan tentang pelaksanaan iradiasi.

### **3.2 Dosis Serap**

Parameter yang terpenting dalam proses iradiasi adalah jumlah energi ionisasi yang terserap oleh produk target, dikenal dengan istilah dosis serap. Satuan dosis serap adalah Gray (Gy); nilai satu Gy setara dengan serapan 1 Joule per kg.

Dosis yang digunakan untuk setiap iradiasi tergantung pada tujuan perlakuan. Hal penting yang perlu diperhatikan adalah pangan harus menerima dosis serap minimum yang diperlukan untuk mendapatkan efek yang diinginkan dan keseragaman rasio juga harus dipertahankan pada level yang sesuai. Untuk itu diperlukan adanya pemetaan dosis yang cermat. Pada *Codex General Standard for Irradiated Food* dianjurkan bahwa dosis serap keseluruhan yang diterima pangan tidak melebihi 10 kGy.

Untuk memastikan bahwa pemberian dosis sesuai anjuran, maka berbagai pertimbangan diperlukan dalam pengawasan prosedur iradiasi namun yang terutama adalah teknologi pengukuran dosis, yang dikenal dengan istilah dosimetri. Sehubungan dengan hal tersebut, disarankan untuk memperhatikan pedoman prosedur dosimetri seperti yang tercantum dalam referensi (*ASTM Standard E 1204; ASTM Standard E 1261; McLaughlin, et al. 1989*).

#### **3.2.1 Pisang**

Untuk penundaan kematangan pisang, umumnya digunakan dosis serap antara 200 sampai 400 Gy, meskipun demikian jumlah dosis serap efektif untuk masing-masing bervariasi tergantung pada varietasnya. Penundaan maksimum kematangan akan terjadi pada buah yang kurang matang saat panen. Hampir semua varietas yang telah dicoba tidak toleran terhadap dosis serap lebih dari 500 Gy jika diiradiasi pada kondisi *pre-climacteric*, karena akan menyebabkan perubahan sifat fisik pisang seperti warna, keutuhan kulit atau teksturnya.

### 3.2.2 Mangga

Untuk penundaan kematangan mangga yang diiradiasi dalam kondisi mengkal (*hard green pre-climacteric*), dosis serap efektif sangat tergantung pada varietas mangga dan daerah produksinya. Secara umum dosis serap berkisar antara 250 hingga 750 Gy. Dosis yang tinggi dapat merusak mutu buah, oleh karena itu perlu untuk menetapkan persyaratan dosis pada masing-masing varietas sesuai dengan kondisi setempat.

### 3.2.3 Pepaya

Dosis serap yang efektif untuk pepaya adalah antara 750 hingga 1000 Gy diberikan pada saat pepaya dalam kondisi *pre-climateric*. Dosis serap diatas 1500 Gy dapat menyebabkan perubahan sifat fisik pepaya misalnya kulit buah yang terbakar.

### 3.3 Kondisi Iradiasi

Area iradiasi harus dilengkapi dengan ventilasi yang baik untuk mencegah terbentuknya ozon karena ozon bersifat *phytotoxic* pada beberapa jenis buah. *Phytotoxic* juga dapat terjadi pada buah-buah yang mengalami pengembunan yang sebelumnya disimpan di lemari pendingin, misalnya mangga yang diiradiasi pada kondisi dingin dan berembun akan mengalami perubahan warna.

Untuk menjamin tercapainya dosis serap minimum sementara dosis serap maksimum tidak menyebabkan *phytotoxic*, maka penting untuk memastikan pola distribusi dosis di dalam wadah.

## 4 PENYIMPANAN DAN PENANGANAN PASCA-IRADIASI

Umumnya buah-buahan tropis mengalami *chilling injury* ketika disimpan pada suhu yang rendah. Tingkatan penundaan kematangan buah setelah diiradiasi dipengaruhi oleh suhu selama penyimpanan. Suhu yang optimum untuk penyimpanan dan penanganan pasca-iradiasi pada umumnya adalah serendah mungkin pada batas yang tidak akan menimbulkan *chilling injury*. Pada suhu lebih tinggi pengaruhnya lebih kecil. Berikut adalah suhu penyimpanan dan penanganan buah yang dianjurkan pada kelembaban 90-95% :

- Pisang : 13 – 15°C
- Mangga : 11 – 13°C
- Pepaya : 15 – 16°C

Buah-buahan yang diiradiasi biasanya lebih rentan terhadap *chilling injury* daripada buah-buahan yang tidak diiradiasi, meskipun demikian penyimpanan pada suhu kamar selama beberapa hari cukup memuaskan.

## 5 PELABELAN

Pisang, mangga dan pepaya yang telah diiradiasi harus dilabel yang menginformasikan bahwa pangan tersebut adalah pangan iradiasi. Pelabelan tidak hanya menunjukkan bahwa produk diiradiasi tetapi juga memberikan informasi kepada pembeli tentang tujuan dan manfaat iradiasi. Di beberapa negara, diwajibkan untuk menggunakan pelabelan khusus dan logo internasional seperti berikut :



Jika pisang, mangga atau pepaya diiradiasi dalam kemasan individu yang merupakan kemasan akhir produk dan diperdagangkan sebagaimana buah tersebut diiradiasi maka informasi tentang iradiasi dicantumkan pada labelnya. Akan tetapi jika buah-buahan tersebut diiradiasi dalam jumlah besar pada suatu wadah tertentu tanpa kemasan individu kemudian dipasarkan, maka keterangan tentang pangan iradiasi ditempatkan sedemikian sehingga mudah terlihat dan harus berada dalam wadah penjualan buah atau berdekatan dengan wadah tempat penjualan produk tersebut. Dan jika buah-buahan tersebut merupakan bagian dari *ingredient* suatu produk pangan, maka informasi tentang pangan iradiasi cukup dicantumkan pada bagian daftar komposisi dengan tulisan “diiradiasi”, setelah pencantuman nama buah tersebut.

Keterangan yang harus dicantumkan pada label pangan yang diiradiasi adalah :

- a. Tulisan : “PANGAN IRADIASI”.
- b. Tujuan iradiasi.
- c. Tulisan : “TIDAK BOLEH DIIRADIASI”, untuk pangan yang tidak boleh diiradiasi ulang.
- d. Nama dan alamat penyelenggara iradiasi, apabila iradiasi tidak dilakukan sendiri oleh pihak yang memproduksi pangan.
- e. Tanggal iradiasi dalam bulan dan tahun.
- f. Nama negara tempat iradiasi dilakukan.



Selain informasi tersebut, pelabelan pangan iradiasi juga harus sesuai dengan ketentuan sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 69 tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan serta ketentuan atau pedoman lain yang telah diterbitkan. Informasi tentang pelaksanaan iradiasi juga harus disertakan dalam dokumen pengiriman produk.

## **6 IRADISI ULANG**

Pelaksanaan iradiasi terhadap produk yang sama lebih dari satu kali tidak dianjurkan dan iradiasi ulang terhadap pisang, mangga dan pepaya tidak ada manfaatnya. Dalam *Codex General Standard for Irradiated Foods* diuraikan perihal ketentuan tentang iradiasi ulang terhadap pangan.

## **7 MUTU PISANG, MANGGA DAN PEPAYA YANG TELAH DIIRADIASI**

Iradiasi terhadap pisang, mangga dan pepaya pada dosis dibawah 1 kGy mungkin akan menyebabkan perubahan kimiawi yang sangat kecil dan tidak bermakna misalnya kehilangan vitamin C.

### **7.1 Pisang**

Umumnya, pisang yang diiradiasi untuk menunda kematangan dan dimatangkan dengan atau tanpa penggunaan etilen lebih memiliki cita rasa dibanding dengan pisang matang yang tidak diiradiasi. Pada varietas tertentu telah diamati bahwa pisang yang tampaknya telah matang dilihat dari warna kulitnya, namun belum matang dari segi rasanya. Pisang yang diberi perlakuan kombinasi panas-iradiasi, mutunya pada saat matang sebanding dengan yang tidak mendapat perlakuan.

### **7.2 Mangga**

Umumnya, mangga yang diiradiasi memiliki cita rasa yang disukai. Mangga yang diberi perlakuan kombinasi panas-iradiasi, misalnya perendaman selama 5 menit pada air 55°C untuk pengendalian penyakit dan diiradiasi pada dosis 250 sampai 270 Gy, memberi hasil yang baik dan dapat dikapalkan dengan baik.

### **7.3 Pepaya**

Pepaya yang diiradiasi juga memiliki cita rasa yang disukai. Pepaya yang diberi perlakuan kombinasi panas-iradiasi, misalnya perendaman selama 20 menit pada air 49°C untuk pengendalian penyakit dan diiradiasi pada

dosis 750 hingga 1000 Gy memberi hasil yang baik dan dapat dipaparkan dengan baik.

## LAMPIRAN : DAFTAR PUBLIKASI TENTANG PANGAN IRADIASI

1. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 826/Menkes/Per/XII/1987 tentang Makanan Iradiasi.
2. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 152/Menkes/SK/II/1995 tentang Perubahan Atas Lampiran Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 826/Menkes/Per/XII/1987 Mengenai Makanan Iradiasi.
3. Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Nomor : HK.00.06.3.01976 tentang Pelaksanaan Peraturan Menteri Kesehatan No. 826/Menkes/Per/XII/87 tentang Makanan Iradiasi.
4. Cara Iradiasi yang Baik untuk Membasmi Serangga pada Biji-bijian Sereal (Cara Iradiasi Pangan-01/BPOM/2004, ISBN 979-98509-1-6).
5. Cara Iradiasi yang Baik untuk Mengendalikan Patogen dan/atau Memperpanjang Masa Simpan Daging dan Unggas Terkemas (Cara Iradiasi Pangan-02/BPOM/2004, ISBN 979-98509-2-4).
6. Cara Iradiasi yang Baik untuk Mengendalikan Patogen dan Mikroflora Lain pada Rempah-rempah, Bumbu dan Ramuan Lain yang Berasal dari Sayuran (Cara Iradiasi Pangan-03/BPOM/2004, ISBN 979-98509-3-2).
7. Cara Iradiasi yang Baik untuk Memperpanjang Masa Simpan Pisang, Mangga dan Pepaya (Cara Iradiasi Pangan-04/BPOM/2004, ISBN 979-98509-4-0).
8. Cara Iradiasi yang Baik untuk Membasmi Serangga pada Buah Segar (Cara Iradiasi Pangan-05/BPOM/2004, ISBN 979-98509-5-9).
9. Cara Iradiasi yang Baik untuk Menghambat Pertunasan pada Umbi Lapis dan Umbi Akar (Cara Iradiasi Pangan-06/BPOM/2004, ISBN 979-98509-6-7).
10. Cara Iradiasi yang Baik untuk Membasmi Serangga pada Ikan Kering dan Ikan Asin Kering (Cara Iradiasi Pangan-07/BPOM/2004, ISBN 979-98509-7-5).
11. Cara Iradiasi yang Baik untuk Mengendalikan Mikroflora pada Ikan, Paha Kodok dan Udang (Cara Iradiasi Pangan-08/BPOM/2004, ISBN 979-98509-8-3).
12. Cara Iradiasi yang Baik untuk Membasmi Serangga pada Buah dan *Tree Nuts* Kering (Cara Iradiasi Pangan-09/BPOM/2004, ISBN 979-98509-9-1).
13. Pedoman Otorisasi Iradiasi Pangan Secara Umum atau Berdasarkan Kelompok Pangan (Cara Iradiasi Pangan-10/BPOM/ 2004, ISBN 979-3665-00-9).