



CARA IRADIASI YANG BAIK UNTUK MENGHAMBAT PERTUNASAN PADA UMBI LAPIS DAN UMBI AKAR



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 MENGHAMBAT PERTUNASAN
PADA UMBI LAPIS DAN UMBI AKAR**

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 Menghambat Pertunasan pada Umbi Lapis dan Umbi Akar

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

ISBN 979-98509-6-7

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

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 MENGHAMBAT
PERTUNASAN
PADA UMBI LAPIS DAN
UMBI AKAR**





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 Menghambat Pertunasan pada Umbi Lapis dan Umbi Akar 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 08 (Code of Good Irradiation Practice for Sprout Inhibition of Bulb and Tuber Crops)*.

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 umbi lapis dan umbi akar 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
TIM PENYUSUN	iii
KATA SAMBUTAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
1 RUANG LINGKUP	1
2 PRA-IRADIASI	1
2.1 Penanganan Pra-Iradiansi	1
2.1.1 Umbi Lapis	2
2.1.1.1 Bawang Merah.....	2
2.1.1.2 Bawang Putih.....	3
2.1.2 Umbi Akar	3
2.1.2.1 Kentang	3
2.1.2.2 Yam	4
2.2 Pengemasan.....	4
2.2.1 Umbi Lapis	5
2.2.2 Umbi Akar	5
2.3 Penyimpanan dan Pengangkutan Pra-Iradiansi.....	6
3 IRADIASI	7
3.1 Sumber Radiasi, Persyaratan dan Pengoperasian Fasilitas, Parameter Proses.....	7
3.2 Dosis serap.....	8
3.2.1 Umbi Lapis	8
3.2.2 Umbi Akar	9
3.3 Kondisi Iradiansi	10
4 PENYIMPANAN DAN PENANGANAN PASCA-IRADIASI	10
4.1 Umbi Lapis.....	10
4.2 Umbi Akar.....	11
4.2.1 Kentang.....	11
4.2.2 Yam.....	11
5 PELABELAN	12
6 IRADIASI ULANG	13
7 MUTU PRODUK YANG TELAH IRADIASI	13
7.1 Umbi Lapis.....	13
7.1.1 Bawang Merah	13
7.1.2 Bawang Putih.....	14
7.2 Umbi Akar	14
7.2.1 Kentang.....	14
7.2.2 Yam.....	15
LAMPIRAN : DAFTAR PUBLIKASI TENTANG PANGAN IRADIASI	16

1 RUANG LINGKUP

Pedoman ini dimaksudkan untuk iradiasi terhadap umbi lapis dan umbi akar yang dapat mengalami pertunasan selama dalam penyimpanan sehingga tidak dapat dipasarkan. Kelompok tanaman yang termasuk dalam pedoman ini adalah :

a. Umbi Lapis :

- Bawang Merah (*Allium cepa* L.)
- Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

b. Umbi Akar :

- Kentang (*Solanum tuberosum* L.)
- Yam (*Dioscorea* L., beberapa spesies)

Pelaksanaan iradiasi terhadap umbi lapis dan umbi akar semata-mata adalah untuk menghambat pertunasan selama penyimpanan dan penanganan. Bahan pangan tersebut dapat diiradiasi untuk membasmi mikroorganisme yang ada.

Sayuran umbi lapis (*bulb vegetables*) adalah pangan yang mempunyai aroma sangat tajam yang berasal dari bagian umbi yang berdaging (pada beberapa komoditi termasuk batang dan daun), dari genus *Allium*, famili Lili (*Liliaceae*).

Umbi akar (*root and tuber*) adalah akar, umbi, *corn* atau rizoma yang membesar, padat dan berpati, umumnya merupakan tanaman tahunan (*Codex Classification of Foods and Animal Feeds CAC/PR 4-1989*).

2 PRA-IRADIASI

2.1 Penanganan Pra-Iradiasi

Penanganan pra-iradiasi merupakan faktor penting dari keseluruhan proses iradiasi. Setiap pangan mempunyai persyaratan tersendiri dan dalam pedoman ini masing-masing dijelaskan secara terpisah. Perlu diketahui bahwa kondisi yang mempengaruhi penyimpanan umbi juga akan mempengaruhi hasil penanganan iradiasi.

Produk yang sesuai untuk iradiasi dan untuk penyimpanan jangka panjang, hanyalah dari varietas yang memenuhi persyaratan mutu simpan. Kerusakan komoditi bermula dari ladang selama pemanenan dan berlanjut selama pengangkutan ke gudang penyimpanan atau pengemasan.

Kerusakan juga dapat terjadi selama penyimpanan, pelaksanaan klasifikasi pangan dan pemasaran. Pemanenan secara mekanis dan selama klasifikasi pangan dapat memperberat kerusakan fisik, terutama memar.

Hanya produk dengan mutu awal baik yang cocok untuk iradiasi. Iradiasi tidak dapat memperbaiki mutu simpan umbi lapis dan umbi akar yang tidak sehat atau rusak pada saat penanganan karena dapat mengganggu proses iradiasi. Meskipun kerusakan yang terjadi selama kegiatan tersebut tidak dapat dihilangkan semua, harus diupayakan untuk meminimalkan perluasan dan keparahan kerusakan dengan melaksanakan cara pemanenan dan klasifikasi yang tepat dan hati-hati.

Setelah dipanen, umbi harus dikeringkan dengan baik, dibersihkan dari tanah dan debu yang menempel (khususnya pada kentang), dan disortir untuk menyingkirkan bahan yang terinfeksi dan rusak. Umbi tidak boleh dipanen jika ladang basah untuk menghindari tanah atau lumpur yang menempel.

2.1.1 Umbi Lapis

2.1.1.1 Bawang Merah

Bawang merah yang cocok untuk iradiasi dan untuk penyimpanan jangka panjang hanyalah dari varietas dan strain yang memenuhi persyaratan mutu simpan. Untuk memperoleh hasil yang baik, bawang harus ditanam dalam kondisi terbaik untuk menjamin keseragaman kematangan umbi. Pemanenan secara komersial dimulai jika lebih dari 80% daun telah rontok atau kerontokan telah mencapai tahap akhir dimana dedaunan kering.

Pemotongan umbi tidak boleh terlalu dekat dengan bagian *neck*; dianjurkan 3 – 5 cm di atas *neck*. Umbi harus memenuhi standar mutu, dalam keadaan baik, padat, cukup matang dan tertutup baik oleh lapisan kering sementara lapisan yang berdaging yang dapat dimakan tidak boleh berada dalam keadaan terpapar. Umbi yang berbentuk botol atau umbi dengan *neck* yang tebal harus dihindari.

Efektivitas penghambatan pertunasan karena iradiasi mungkin bervariasi tergantung pada varietas, ukuran umbi, kondisi tanah dan iklim selama pertumbuhan. Pada beberapa varietas, umbi yang lebih kecil dapat bertunas lebih cepat dari pada umbi yang lebih besar tetapi pada beberapa varietas lain justru sebaliknya.

Cara penanganan yang tepat seperti pengeringan permukaan luar dan *neck* sebelum iradiasi merupakan hal yang penting diperhatikan. Pengeringan akan menjadikan lapisan luar bawang menjadi kurang permeabel terhadap uap air dan lebih tahan terhadap mikroba penyebab

penyakit. Pengeringan juga akan memberikan pewarnaan yang bagus. Penanganan tersebut dapat dilakukan dengan pengeringan di ladang atau dengan pengeringan buatan.

2.1.1.2 Bawang Putih

Umbi bawang putih harus matang, padat dan cukup berat untuk ukurannya. Umbi yang ringan kemungkinan telah kehilangan kadar air atau rusak sehingga tidak cocok diiradiasi. Penanganan yang diperlukan untuk bawang putih sama seperti pada bawang merah.

2.1.2 Umbi Akar

Kentang yang telah mengalami penyiraman tidak boleh ditempatkan di tempat penyimpanan sebelum dikeringkan dengan saksama. Sebelum penyimpanan terhadap umbi akar sebaiknya tidak dilakukan pencucian yang dimaksudkan untuk menghilangkan lumpur atau tanah yang menempel. Seringkali pencucian justru menyebabkan pembusukan selama penyimpanan apabila tidak dikeringkan dengan baik dan jika tindakan pencegahan tidak dilakukan untuk mencegah kontaminasi mikroba dalam air. Keberadaan lapisan air pada kentang dapat menimbulkan terjadinya invasi dan pembusukan oleh bakteri pembusuk (*soft-rot*) selama beberapa hari pada suhu 10°C atau lebih dan dapat menimbulkan pembusukan bahkan pada suhu 5°C.

2.1.2.1 Kentang

Tingkat kematangan kentang berpengaruh pada tingkat kerentanannya terhadap kerusakan dan karakteristik penyimpanan selanjutnya. Kentang yang belum matang memiliki *periderm* yang lunak atau serangkaian kulit yang tidak sempurna dan cenderung rusak atau mengelupas selama pemanenan dan penanganan. Laju kehilangan air dari kentang dengan kulit seperti hal tersebut, terjadi 15 – 100 kali lebih besar dibanding kentang dengan kulit yang utuh dan terangkai sempurna. Kentang yang tidak matang merupakan ciri dari hasil panen yang masih hijau, sementara kentang yang mempunyai *periderm* yang telah terbentuk seutuhnya atau dengan kulit yang telah terbentuk sempurna, berasal dari tanaman yang *haulnya* telah matang secara alamiah atau sengaja dimusnahkan. Untuk melaksanakan pengujian sederhana tentang kematangan umbi disarankan untuk memperhatikan berbagai referensi yang tersedia.

Perbedaan varietas kentang menunjukkan adanya perbedaan ketebalan *periderm*. Kentang dengan *periderm* yang lebih tebal akan lebih tahan terhadap kerusakan mekanis yang terjadi selama pemanenan dan penanganan. Suhu umbi kentang juga dapat mempengaruhi kerusakan

mekanis. Kentang harus disimpan terlindung dari cahaya untuk mencegah penghijauan akibat induksi cahaya dan untuk mencegah pembentukan solanin, yang merupakan suatu gliko-alkaloida beracun.

Agar penyimpanan umbi berhasil, maka setelah pemanenan umbi harus ditangani dengan baik. Luka yang terjadi selama pemanenan dan penanganan harus sembuh dan penyembuhan tersebut harus terlaksana sebelum umbi diiradiasi karena iradiasi dapat mengganggu proses penyembuhan alami. Sehubungan dengan hal tersebut setelah pemanenan, kentang harus ditangani selama selang waktu tertentu (sampai 30 hari) sebelum iradiasi dilaksanakan dengan memperhatikan varietas dan periode fisiologis umbi. Penanganan kentang pada suhu 15-25°C dan dengan kelembaban relatif 90-95% akan memaksimalkan penyembuhan. Setelah proses penyembuhan tersebut, kentang harus ditangani dengan suatu cara yang dapat meminimalkan kerusakan.

2.1.2.2 Yam

Yam yang akan disimpan harus dalam keadaan matang, padat dan bebas dari kerusakan yang nyata. Harus dihindari terjadinya kerusakan selama pemanenan dan penanganan. Jika kerusakan terjadi maka sebelum diiradiasi harus dimungkinkan terlaksananya penyembuhan alami selama penyimpanan. Untuk memungkinkan penyembuhan kerusakan tersebut, suhu penanganan yang diperlukan akan berbeda-beda tergantung pada varietasnya. Untuk itu perlu ditentukan suhu optimum untuk masing-masing jenis produk yang bersangkutan, umumnya suhu yang dibutuhkan sampai dengan 35°C.

2.2 Pengemasan

Bahan kemasan yang digunakan untuk iradiasi produk pada dosis sebagaimana diuraikan dalam pedoman ini harus mempunyai fungsi dan kemampuan untuk melindungi produk. Jika iradiasi menyebabkan kerusakan terhadap fungsi kemasan atau dapat menyebabkan pembentukan bahan beracun yang dapat berpindah melalui kontak dengan pangan, maka bahan kemasan tersebut tidak boleh digunakan.

ICGFI telah mengeluarkan daftar bahan kemasan yang diizinkan dipergunakan untuk iradiasi pangan di beberapa negara. 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.

Ukuran dan bentuk wadah yang digunakan untuk iradiasi umbi harus disesuaikan dengan kondisi fasilitas iradiasi. Pada fasilitas iradiasi tertentu, mungkin perlu untuk membatasi penggunaan ukuran dan bentuk kemasan khusus. Prosedur iradiasi akan lebih mudah jika kemasan produk berbentuk geometris, terutama jika kemasan bersisi datar dibanding yang bulat. Aspek kritis yang perlu diperhatikan dalam pengemasan umbi adalah sistem pengangkutan produk dan sumber iradiasi karena hal tersebut akan mempengaruhi kecepatan distribusi dosis di dalam wadah.

2.2.1 Umbi Lapis

Pada saat pemanenan, bawang merah dan bawang putih dapat ditempatkan dalam kemasan besar atau wadah berukuran pallet dan dengan wadah yang sama bawang diiradiasi serta disimpan untuk menghindari berbagai kerusakan. Tas atau karung yang terbuat dari goni dengan lobang-lobang yang cukup luas atau dari bahan sintesis merupakan wadah yang cocok digunakan untuk bawang.

Pada beberapa tempat, fasilitas iradiasi sengaja dibangun untuk melaksanakan iradiasi secara kontinu (misalnya bawang merah dilewatkan melalui sumber radiasi dengan prinsip gravitasi) (Lihat *Dollstadt*, 1984) tanpa memerlukan pengemasan.

2.2.2 Umbi Akar

Kerusakan merupakan faktor penting yang mempengaruhi masa simpan umbi akar. Untuk mengurangi kerusakan umbi akar yang berkenaan dengan cara penanganan selama dan setelah iradiasi, cara yang terbaik adalah dengan menggunakan wadah berukuran besar atau wadah pallet dimana produk dapat disimpan, dikeringkan, dirawat dan diiradiasi. Dengan kondisi tersebut, penanganan umbi dilakukan seminimal mungkin sehingga akan mengurangi kerusakan.

Penyimpanan pasca-iradiasi dapat dilakukan dalam wadah pallet atau wadah berukuran besar. Meskipun dengan cara tersebut kerusakan dapat terjadi selama pembongkaran, namun penggunaan wadah pallet memungkinkan cara penanganan mekanis yang tepat dan di dalam wadah tersebut pergerakan produk menjadi terbatas sehingga luka yang terjadi seminimal mungkin. Manfaat lainnya adalah wadah pallet dapat ditumpuk bertingkat tanpa menambah beban umbi-umbian yang terletak pada lapisan bawah.

Tas atau karung yang terbuat dari goni dengan lobang-lobang yang cukup luas atau dari bahan sintesis merupakan wadah yang baik untuk kentang putih. Namun demikian penggunaan wadah tersebut masih dapat

menimbulkan kerusakan pada kentang kecuali pengemasan dilaksanakan dengan hati-hati.

Apabila kentang yang akan diiradiasi ditempatkan dalam kotak atau wadah kecil kemudian setelah iradiasi ditempatkan lagi ke dalam wadah lain atau tempat penyimpanan akhir, maka kegiatan pemindahan tersebut dapat menimbulkan kerusakan dan memar pada kentang.

Kulit kentang yang memar tersebut tidak dapat sembuh selama penyimpanan berikutnya dan memungkinkan tumbuhnya bakteri pembusuk sehingga meningkatkan proses pembusukan selama penyimpanan. Hal yang sama juga terjadi pada penggunaan ban berjalan/*conveyor* selama proses iradiasi. Kerusakan permukaan dapat meningkat ketika umbi dijatuhkan dari satu jalur ban ke jalur ban lainnya atau ketika umbi dijatuhkan ke dalam wadah atau tangki penyimpanan sehingga meningkatkan pembusukan selama penyimpanan. Namun demikian dengan cara agroteknik modern, penanganan dan penyimpanan kentang dalam jumlah besar dapat dilaksanakan dengan mekanisme pengangkutan *soft-handling*.

Sampai saat ini belum tercatat pengalaman tentang pelaksanaan iradiasi yam dalam kemasan besar. Meskipun demikian, seperti halnya kentang, umbi ini juga memerlukan penanganan selama dan setelah iradiasi. Tidak terdapat data percobaan yang menunjukkan kemampuan penyembuhan luka yam setelah iradiasi dan dapat diperkirakan bahwa iradiasi dapat mengganggu kemampuan umbi tersebut untuk membentuk *periderm* pada luka. Oleh karena itu perlu untuk mencegah luka pada yam selama dan setelah iradiasi.

2.3 Penyimpanan dan Pengangkutan Pra-Iradiasi

Untuk mencegah atau meminimalkan kerusakan mekanis pada umbi lapis dan umbi akar, maka tindakan pencegahan sebagaimana telah dijelaskan pada bab terdahulu harus dilakukan selama penyimpanan pra-iradiasi dan selama pengangkutan. Sebagai pedoman, iradiasi umbi akar harus dilakukan segera setelah proses penyembuhan luka berlangsung sempurna, umumnya dalam waktu 1 (satu) bulan setelah pemanenan.

Untuk menghambat pertunasan pada bawang merah, maka iradiasi harus dilaksanakan sebelum periode dormansi berakhir. Lama periode dormansi bervariasi tergantung pada varietas dan suhu penanganan setelah pemanenan. Pada umumnya bawang merah tidak boleh ditangani terlalu lama setelah pemanenan. Pelaksanaan iradiasi setelah 1-2 bulan pemanenan akan menghasilkan waktu penghambatan pertunasan yang maksimal.

Selama penyimpanan pra-iradiasi suhu penyimpanan merupakan faktor lain yang perlu diperhatikan. Suhu yang sesuai harus ditentukan sehingga dapat mencegah pembusukan akar dan pencoklatan pucuk dalam. Umbi lapis cocok untuk disimpan pada suhu yang lebih tinggi misalnya 15-20°C dan pada kelembaban relatif yang rendah meskipun hal tersebut akan meningkatkan kehilangan berat. Sementara itu kentang harus disimpan terlindung dari cahaya untuk mencegah pembentukan solanin, yang merupakan gliko-alkaloida beracun.

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 di atas memuat persyaratan dan pedoman berkenaan dengan 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}Co atau ^{137}Cs .
- b. Sinar X yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau dibawah level 5 MeV.
- c. Elektron yang dihasilkan dari mesin sumber yang dioperasikan dengan energi pada atau dibawah level 10 MeV.

Pada prinsipnya salah satu dari radiasi ionisasi tersebut dapat dipergunakan, namun demikian penggunaan elektron untuk produk-produk dalam jumlah besar (curah) seperti umbi lapis dan umbi akar 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 yang akan memisahkan produk yang telah diiradiasi dengan yang tidak diiradiasi.

Saat ini masih terus 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, misalnya pada karton, sehingga dapat membantu operator dalam mengidentifikasi produk yang telah diiradiasi.

Umbi lapis dan umbi akar yang telah diiradiasi harus ditandai dengan nomor lot atau cara-cara lain yang sesuai. Dan 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 (satu) Joule per kg.

Dosis yang digunakan untuk setiap iradiasi tergantung pada tujuan perlakuan. Pada *Codex General Standard for Irradiated Food* dianjurkan bahwa dosis radiasi yang diterima pangan tidak melebihi 10 kGy. 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.

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 Umbi Lapis

Dosis serap yang dibutuhkan untuk mencegah pertunasan pada bawang merah sangat tergantung pada kondisi penanaman, perbedaan varietas, periode dormansi bawang, kondisi perlakuan dan suhu penyimpanan pasca-iradiasi. Umumnya, dosis serap yang sesuai untuk menghambat pertunasan bawang berkisar antara 20 – 150 Gy tergantung pada faktor-faktor di atas dan pengaruh interaksi antara faktor-faktor tersebut. Jika iradiasi dilakukan pada saat 1 (satu) sampai 2 (dua) bulan setelah pemanenan maka dengan dosis serap 20 – 70 Gy cukup efektif. Jika iradiasi dilakukan pada waktu yang lebih lama misalnya umbi tidak lagi

pada masa dorman, maka akan terjadi pertunasan lebih banyak, terutama jika dosis yang diberikan lebih dari 80 Gy, tunas-tunas akan tumbuh selama waktu tertentu tetapi kemudian menjadi mati dan layu.

Periode dormansi beberapa varietas bawang merah dapat diperpanjang dengan penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi seperti 26–30°C. Sementara pada varietas lain justru sebaliknya, penyimpanan pada suhu rendah seperti 3-5°C akan memperpanjang periode dormansi. Oleh karena itu suhu penyimpanan optimal pra-iradiasi harus ditetapkan untuk berbagai varietas dan kondisi setelah pemanenan. Umbi yang lebih kecil mungkin membutuhkan dosis yang lebih besar.

Seperti halnya pada bawang merah, dosis serap untuk menghambat pertunasan pada bawang putih tergantung pada jarak waktu pelaksanaan iradiasi setelah pemanenan. Dosis serap antara 20 - 60 Gy cukup efektif jika iradiasi dilaksanakan segera setelah pemanenan. Namun jika iradiasi bawang putih dilaksanakan pada saat yang lebih lama dari waktu tersebut, maka diperlukan dosis serap 100 - 150 Gy.

3.2.2 Umbi Akar

Dosis serap optimum untuk menghambat pertunasan pada kentang bervariasi tergantung pada varietas kentang, jangka waktu pelaksanaan iradiasi setelah pemanenan dan suhu penyimpanan pasca-iradiasi. Pada banyak varietas dosis 70-100 Gy cukup efektif. Namun demikian perlu untuk menetapkan dosis serap yang tepat untuk masing-masing varietas.

Pengolahan dalam jumlah besar pada wadah yang besar perlu mempertimbangkan distribusi dosis. Perhatian harus diberikan terhadap pengaruh yang diakibatkan oleh pemberian dosis maksimum. Untuk menghambat pertunasan, waktu pelaksanaan iradiasi yang paling efektif adalah ketika kentang dalam keadaan dorman. Jika iradiasi dilakukan setelah periode dorman, dibutuhkan dosis serap yang lebih besar.

Pada beberapa varietas, jika umbi akar disimpan pada suhu yang lebih tinggi (misalnya 13°C) maka dibutuhkan dosis serap yang lebih besar. Oleh karena itu untuk setiap varietas dan suhu penyimpanan perlu ditetapkan dosis serap masing-masing.

Yam yang sedang dalam keadaan dorman membutuhkan dosis serap sebesar 75 Gy untuk menghambat pertunasan. Setelah periode dormansi, maka untuk menghambat pertunasan secara sempurna dibutuhkan dosis serap sebesar 200 Gy. Dosis iradiasi yang terlalu kecil pada periode pasca-dormansi menyebabkan terjadinya pertunasan meskipun kemudian akan mati.

3.3 Kondisi Iradiasi

Pelaksanaan iradiasi pada suhu kamar terhadap umbi lapis dan umbi akar dapat dilaksanakan sebagaimana biasanya dilaksanakan pada produk lain. Area iradiasi harus diberi ventilasi untuk mengurangi pembentukan ozon.

4 PENYIMPANAN DAN PENANGANAN PASCA-IRADIASI

4.1 Umbi Lapis

Bawang merah yang tidak diiradiasi dapat disimpan secara optimal dalam jangka waktu lama pada suhu mendekati 0°C dan kelembaban relatif 65-70%. Jika umbi tersebut diiradiasi selama periode dormansi dengan dosis serap 20-70 Gy maka dapat disimpan pada suhu 5-20°C. Bawang merah dapat disimpan selama lebih dari 8-9 bulan pada suhu kamar pada kondisi iklim sedang. Pada beberapa varietas, penyimpanan bawang merah iradiasi pada suhu 0-3°C untuk mencegah perubahan warna pucuk bagian dalam dianggap tidak penting dari segi kepraktisan.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan bawang adalah kelembaban udara. Pada tingkat kelembaban kurang dari 50% dapat menyebabkan pengeringan yang lebih cepat dan pada tingkat kelembaban lebih dari 85% dapat menyebabkan pembusukan. Untuk menghilangkan panas akibat respirasi bawang, maka diperlukan adanya aliran udara di dalam wadah penyimpanan atau tumpukan pallet demikian juga dengan bawang merah yang disimpan di dalam tas berlobang atau dalam peti *slatted* atau pallet. Di negara-negara tropis penyimpanan bawang dapat dilaksanakan pada suhu kamar selama 4-5 bulan dengan kelembaban relatif sebesar 75-85%. Selain itu harus disertai dengan ventilasi udara yang memadai.

Bawang putih dapat disimpan selama 8-9 bulan pada suhu 0°C dan kelembaban relatif 80-85%. Pada suhu 25-33°C penyimpanan hanya bertahan selama 1 (satu) bulan atau kurang dan pada suhu sedang (10-11°C) dan kelembaban 85-90%, penyimpanan dapat dilakukan hingga 6-7 bulan. Kerusakan yang mungkin terjadi selama penyimpanan berkenaan dengan pembusukan oleh mikroba dan pengeringan.

4.2 Umbi Akar

4.2.1 Kentang

Kentang harus disimpan terlindung dari cahaya untuk mencegah pembentukan solanin, yang merupakan suatu gliko-alkaloida beracun. Karena proses penyembuhan luka pada kentang diinaktivasi oleh iradiasi, maka penting untuk meminimalkan terjadinya kerusakan akibat pelaksanaan iradiasi. Cara terbaik untuk meminimalkan kerusakan tersebut adalah dengan menggunakan kotak pallet atau wadah berukuran besar dimana kentang dapat disimpan, dikeringkan, diawetkan, diiradiasi dan disimpan kembali dengan demikian akan mengurangi penanganan dan kerusakan kentang.

Meskipun iradiasi dapat menghambat pertunasan kentang, namun penyimpanannya penting untuk dilaksanakan pada kondisi suhu yang terkendali untuk menunda pertumbuhan jamur dan bakteri. Kentang yang disimpan untuk dijual dalam bentuk segar dapat disimpan pada suhu 3-5°C dengan kelembaban relatif 90%. Kentang yang disimpan untuk digunakan dalam penyajian keripik dan *French Fries* dapat disimpan pada suhu 8-10°C dengan kelembaban relatif 90%. Penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi ditujukan untuk mengurangi pembentukan gula pada kentang.

Pada iklim sedang, suhu penyimpanan yang cocok dapat dibantu dengan adanya ventilasi dari udara luar yang dingin. Di daerah beriklim tropis, penyimpanan kentang pada suhu kamar dalam jangka waktu lama tidak memungkinkan. Untuk penyimpanan sampai dengan 4 bulan dapat dilakukan pada suhu 15°C dan untuk penyimpanan yang lebih lama dibutuhkan suhu 10°C atau lebih rendah.

Jika memungkinkan, kentang sebaiknya ditempatkan pada suatu wadah berukuran besar dimana seluruh penanganan terhadap kentang dilaksanakan termasuk penanganan pra-iradiasi, iradiasi dan penyimpanan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kerusakan akibat penanganan. Sirkulasi udara juga diperlukan dalam wadah. Kentang yang disimpan dalam jumlah besar sampai ketinggian 4,5 m memerlukan pengaliran udara yang baik untuk mencegah pembusukan.

4.2.2 Yam

Yam dapat disimpan selama 4-6 bulan pada suhu 25-37°C dengan kelembaban relatif 50-85%. Di dalam gudang penyimpanan, yam ditempatkan dalam kotak kayu yang disusun secara vertikal atau hampir vertikal. Masing-masing yam diikat dalam kotak tersebut dengan menggunakan benang atau tali.

Kondisi optimum penyimpanan yam untuk penyimpanan jangka panjang adalah pada suhu 16°C dengan kelembaban relatif 70%. Yam yang disimpan pada suhu 12°C atau lebih rendah akan mengalami kerusakan fisiologis.

5 PELABELAN

Pangan yang telah diiradiasi harus dilabel yang menginformasikan bahwa pangan tersebut adalah pangan iradiasi. Pelabelan tidak hanya menunjukkan bahwa produk telah 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 umbi lapis atau umbi akar diiradiasi dalam kemasan individu yang merupakan kemasan akhir produk dan diperdagangkan sebagaimana produk tersebut diiradiasi maka informasi tentang iradiasi dicantumkan pada labelnya. Akan tetapi jika umbi 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 atau berdekatan dengan wadah tempat penjualan produk 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 pengiriman produk.

6 IRADIASI ULANG

Pelaksanaan iradiasi terhadap produk yang sama lebih dari satu kali tidak dianjurkan dan iradiasi ulang terhadap umbi lapis dan umbi akar setelah masa pertunasan tidak memberi manfaat. Dalam *Codex General Standard for Irradiated Foods* diuraikan perihal ketentuan tentang iradiasi ulang terhadap pangan.

7 MUTU PRODUK YANG TELAH DIIRADIASI

Secara umum, iradiasi yang dilaksanakan untuk menghambat pertunasan umbi lapis dan umbi akar dengan dosis sebagaimana diuraikan dalam pedoman ini tidak merubah tekstur dan penampilan luar produk tersebut. Namun demikian beberapa perubahan dapat terjadi sehingga mempengaruhi penerimaan pangan tersebut. Perlu diketahui perubahan yang terjadi sangat dipengaruhi oleh varietas pangan dan hal ini menunjukkan pentingnya untuk membatasi iradiasi pada varietas tertentu.

7.1 Umbi Lapis

7.1.1 Bawang Merah

Iradiasi dapat menyebabkan terbentuknya warna kecoklatan atau menjadi lebih gelap pada pucuk bagian dalam atau pusat pertumbuhan. Daerah yang dipengaruhi tersebut merupakan bagian kecil dari umbi dan terletak dekat dengan bagian dasar (*basal disc*) atau pada ujung batang. Perubahan warna paling sedikit ditemukan pada umbi yang diiradiasi pada periode dormansi paling lama. Terbukti bahwa penyimpanan pada suhu 0-3°C dapat mencegah perubahan warna pada pucuk bagian dalam pada beberapa varietas.

Secara umum kerusakan warna pada pucuk bagian dalam tidak mempengaruhi hampir semua penggunaan bawang merah, termasuk industri irisan bawang kering. Meskipun demikian terdapat juga informasi lain yang tidak sejalan dengan hal tersebut.

7.1.2 Bawang putih

Iradiasi terhadap bawang putih tidak mempengaruhi mutu sensori bawang tersebut. Perubahan warna tunas bagian dalam menjadi kuning pucat dapat terjadi setelah penyimpanan, tetapi hal tersebut tidak mempengaruhi penerimaan terhadap bawang putih.

Informasi terbatas menunjukkan bahwa bawang putih kering yang diolah dari umbi iradiasi, warnanya lebih terang dan lebih tajam dibanding bawang putih yang tidak diiradiasi.

7.2 Umbi akar

7.2.1 Kentang

Kadar gula kentang iradiasi yang disimpan pada suhu 14-15⁰C umumnya lebih rendah dibanding kentang yang tidak diiradiasi yang disimpan pada suhu 2-4⁰C pada jangka waktu yang sama. Pada beberapa varietas tertentu, rasa manis dapat ditemui pada kentang yang baru diiradiasi. Hal ini berkenaan dengan peningkatan sementara kadar gula pada kentang yang dapat turun kembali ke level normal pada waktu tertentu. Suhu penyimpanan mempengaruhi fenomena ini. Peningkatan kadar gula yang permanen dapat terjadi pada penyimpanan yang lebih lama. Hal ini akan membuat kentang tersebut tidak cocok untuk pembuatan keripik, krispi dan *French Fries*. Kandungan vitamin C pada kentang yang tidak diiradiasi umumnya tidak lebih rendah.

Pada varietas tertentu perubahan warna menjadi hijau kebiruan pada kentang iradiasi terjadi ketika kentang tersebut direbus atau digoreng. Hal ini umumnya terjadi setelah penyimpanan 2-3 bulan. Perubahan warna yang terjadi pada kentang iradiasi tersebut juga terjadi pada kentang varietas tertentu yang tidak diiradiasi.

Pencegahan terhadap perubahan warna gelap akibat iradiasi tersebut dapat dicegah atau dikurangi dengan cara berikut :

- a. pembuangan kulit sebelum direbus dalam air,
- b. menambahkan sedikit asam sitrat ke dalam air untuk merebus, atau
- c. menyimpan kentang selama beberapa hari pada suhu 34-35⁰C.

Setelah penyimpanan dalam jangka waktu lama, terutama pada suhu 10-15⁰C, varietas kentang tertentu yang secara normal mempunyai warna daging kuning atau krem, dengan iradiasi dapat menyebabkan warna menjadi lebih pucat atau lebih putih. Penanganan kentang selama beberapa hari pada suhu yang lebih tinggi akan membuat warna tersebut normal kembali.

Pada varietas tertentu, iradiasi dapat menyebabkan terbentuknya titik hitam pada bagian dalam kentang serta pencoklatan pada bagian jaringan pada pembuluh. Hal tersebut berkenaan dengan praktek-praktek tradisional dan kondisi penyimpanan.

Iradiasi dapat menghambat penghijauan akibat induksi cahaya, tetapi temuan tentang efek pembentukan solanin suatu gliko-alkaloid beracun yang diinduksi oleh cahaya terjadi sebaliknya.

Umumnya, penerimaan konsumen terhadap kentang iradiasi sebagaimana hasil percobaan, setara dengan penerimaan kentang yang tidak diiradiasi atau kentang yang dihambat pertunasannya dengan cara kimiawi, tetapi lebih disukai jika dibandingkan dengan kentang yang disimpan dingin.

7.2.2 Yam

Iradiasi terhadap yam dengan dosis hingga 150 Gy tidak mempengaruhi mutu sensori produk tersebut. Dengan dosis 200 Gy atau lebih, kerusakan pada jaringan dalam dapat terjadi selama penyimpanan. Iradiasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar pati dan kadar gula.

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).