

TEKNOLOGI IRRADIASI UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN PANGAN

Dedi Fardiaz

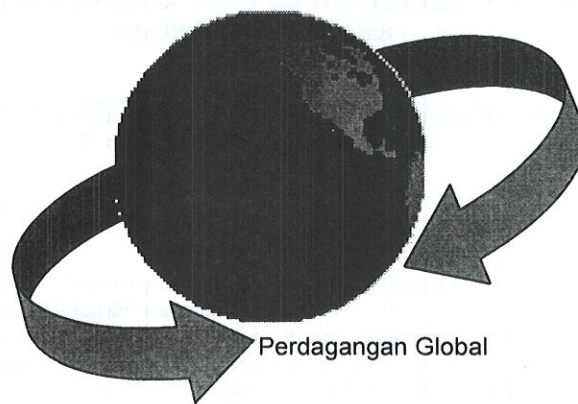
Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya
Badan Pengawas Obat dan Makanan, RI

ABSTRAK

Riset aplikasi irradiasi pada pangan sesungguhnya sudah dimulai awal tahun 1950-an dan dikomersialkan akhir tahun 1950. Namun pemanfaatan teknologi irradiasi untuk pengawetan pangan baru diterapkan beberapa tahun kemudian. Perlakuan irradiasi pada pangan menyebabkan sejumlah kecil ikatan kimia terputus. Meskipun demikian, pengaruhnya sangat besar jika terputusnya ikatan kimia tersebut terjadi pada DNA, sehingga sel tidak mampu lagi melakukan replikasi. Dengan demikian, perubahan kecil pada DNA bakteri akan membunuh sel yang bersangkutan. Demikian juga perlakuan irradiasi ini akan menyebabkan destruksi serangga, inaktivasi parasit, memperlambat kematangan, dan mencegah perkecambahan.

Berdasarkan standard Codex 106-1983, REV. 1-2003, ada tiga sumber radiasi ionisasi yang dapat digunakan untuk pangan, yaitu: (1) sinar gamma dari radionuklida ^{60}Co or ^{137}Cs , (2) sinar-X yang dipancarkan dari sumber yang dioperasikan pada atau di bawah tingkat energi 5 MeV, dan (3) electron yang dipancarkan dari sumber yang dioperasikan pada atau di bawah tingkat energi 10 MeV. Untuk irradiasi pangan, dosis radiasi minimum yang diserap harus cukup untuk mencapai tujuan teknologi yang dikehendaki dan dosis maksimumnya harus lebih rendah dari jumlah radiasi yang dikompromikan terkait dengan keamanan pangan atau pengaruh lain terkait dengan integritas, sifat fungsional atau sifat sensori pangan yang bersangkutan. Dosis maksimum untuk pangan seharusnya tidak lebih dari 10 kGy, kecuali jika diperlukan untuk mencapai tujuan teknologi tertentu yang dibenarkan.

Meskipun telah lama para ilmuwan pangan mengetahui bahwa pemberian dosis radiasi dalam jumlah cukup dapat secara efektif membunuh bakteri patogen dan memperlambat kebusukan pangan, baru pada bulan desember 1997, FDA (Food and Drug Administration) USA mengizinkan penggunaan irradiasi untuk daging. Radiasi dosis rendah dapat membunuh paling sedikit 99.9% *Salmonella* pada daging ayam dan dalam persentase yang lebih besar *Escherichia coli* O157:H7 pada daging sapi giling. Akhir-akhir ini irradiasi pangan banyak diterapkan untuk meningkatkan sanitasi dan mencegah bakteri patogen.



Perdagangan global cenderung terus meningkat karena:

- pendapatan penduduk dunia yang terus meningkat
- jaringan transportasi yang lebih baik
- jumlah penduduk yang terus bertambah yang membutuhkan pangan bergizi dan aman dikonsumsi dalam jumlah lebih besar



Konsekuensi dari globalisasi suplai pangan:

- risiko masuknya masalah keamanan pangan baru (emerging pathogens)
- risiko masuknya masalah keamanan pangan yang sudah dapat dikendalikan sebelumnya (kolera)
- jumlah penduduk yang terus bertambah yang membutuhkan pangan bergizi dan aman dikonsumsi dalam jumlah lebih besar

Keprihatinan Keamanan Pangan Global

Biological Hazards

- Pathogens (illness-causing bacteria, viruses, parasites, fungi, protozoa and their toxins)
- Prions associated with BSE (*Bovine Spongiform Encephalopathy*)

Chemical Hazards

- Pesticide residues
- Heavy metals (lead, mercury)
- Persistent organic pollutants (dioxin)
- Veterinary drugs
- Hormones
- Excessive food additives
- Hazardous chemicals
- Allergens

Novel Technologies

- Genetic modification
- Novel preservation
- Novel manufacturing
- Biotechnology

Building Capacity

- Lack of regulatory oversight
- Lack of regulations and standards

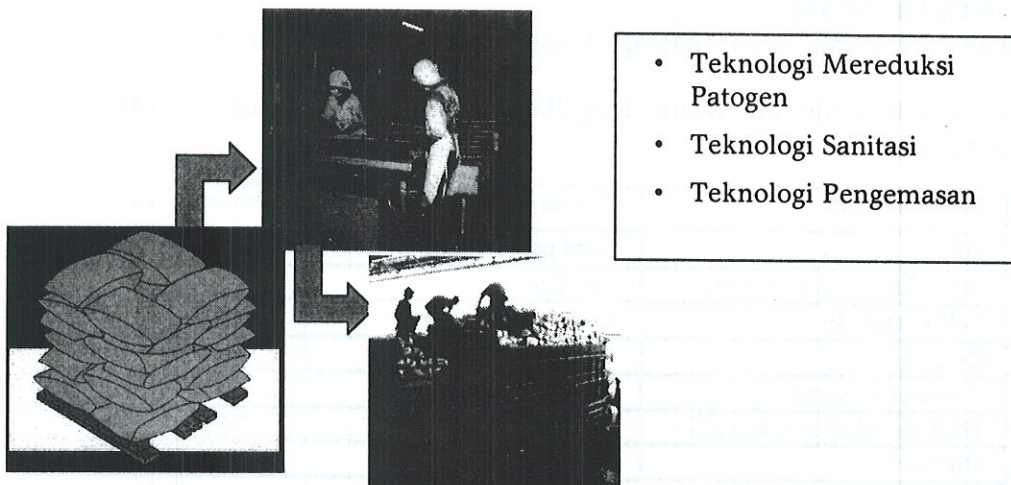
Patogen utama penyebab keracunan karena pangan di USA:

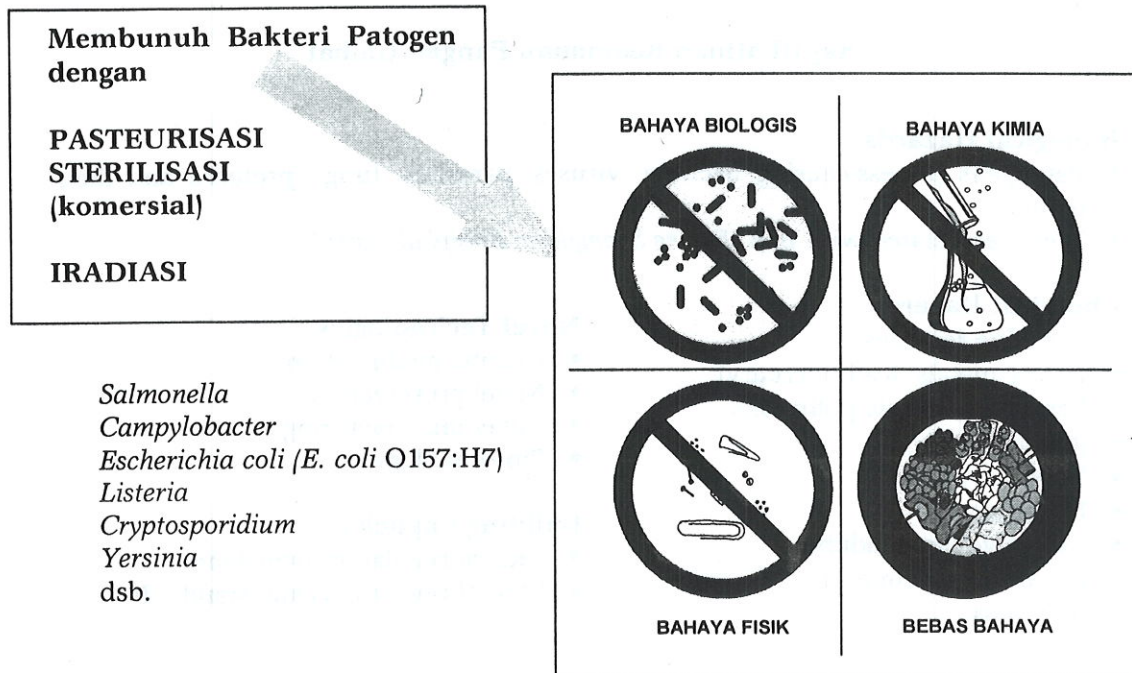
- *E. coli* O157:H7 (EHEC)
- *Salmonella* spp.
- *Campylobacter*

US Centers for Disease Control and Prevention (CDC) memperkirakan kasus keracunan karena pangan per tahun di USA adalah:

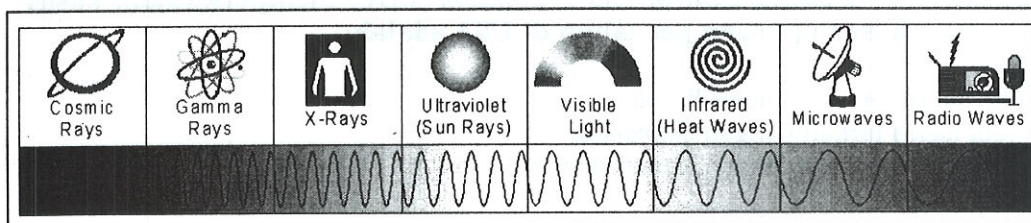
73,000 kasus terkait dengan *E. coli*
1.4 juta kasus terkait dengan *Salmonella*
2.4 juta kasus terkait dengan *Campylobacter*

Tantangan dalam penanganan pangan segar dan pengolahannya?





IRRADIATION is simply the act of applying radiation (or radiant energy) to some material. Electrons, X-Rays and gamma rays ionize the material they strike by stripping electrons from the atoms of the exposed material. This ionized environment is very damaging to the bacteria, viruses or insects and can also change the chemical structure of materials.



Spektrum Radiasi Elektromagnetik

PROSES IRADIASI

Jumlah energi radiasi yang diserap (dosis) diukur dalam unit kiloGray (kGy)

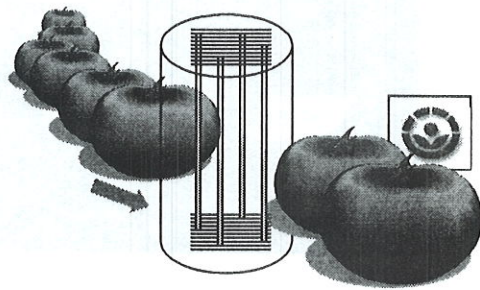
1 kGy = 1000 Joules per kg atau MegaRad (MR atau Mrad) dimana 1 MR = 1000000 erg per gram

Target Iradiasi	Pengaruh yang diberikan	Kisaran Dosis (kGy)
Food	Cold pasteurization	0.3-60
Medical disposable items	Sterilization	10-60
Cellulose/Pulp	Depolymerization	5-50
Coatings	Curing	30-160
Polyolefin foams	Crosslinking	40-80
Heat-shrinkable materials	Memory Imparted	75-250
Rubber	Vulcanization	80-400
Fluoropolymers	Degradation	500-1500
Gemstones	Coloration	10,000 +

Pengaruh Iradiasi Pada Pangan

- Kerusakan seluler sebagai akibat dari kerusakan bahan-bahan genetik.
- Karena terjadinya pemecahan ikatan kimia pada sel DNA, maka sel tidak mampu lagi untuk memperbanyak diri, sehingga organisme mati.
- Kerusakan DNA pada sel mencegah perkecambahan, memperlambat pematangan dan memperpanjang masa simpan. Iradiasi lebih efektif pada bakteri daripada virus.
- Pemecahan ikatan kimia diikuti oleh pembentukan produk-produk radiolitik yang stabil dari ion-ion reaktif atau radikal bebas. FDA secara teoritis memperkirakan tingkat maksimum dari produk radiolitik ini pada dosis 1 kGy lebih rendah dari 3 ppm.

Iradiasi Pangan

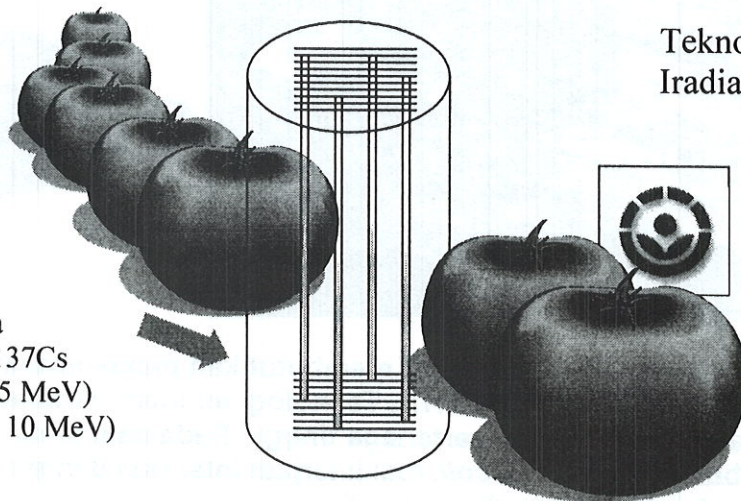


TUJUAN:

- Mengendalikan mikroba patogen
- Mengurangi muatan mikroba dan infestasi serangga
- Menghambat pertunasan
- Memperpanjang masa simpan
- Memperlambat pematangan buah

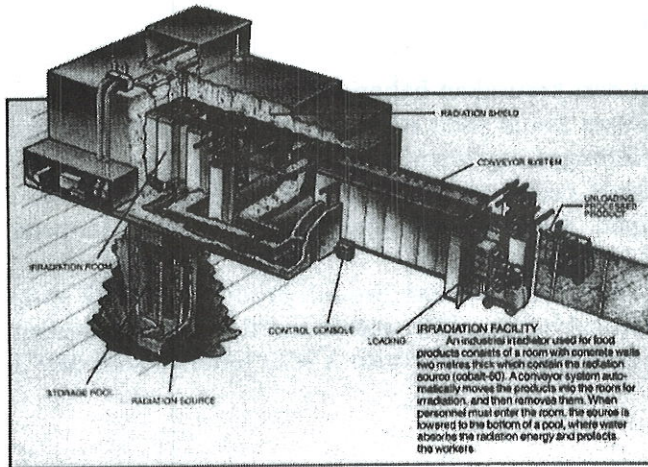
Aplikasi Iradiasi Pangan

1. Dosis Rendah (sampai 1 kGy): mencegah perkecambahan pada umbi-umbian, memperlambat pematangan buah, disinfestasi serangga,
2. Dosis Medium (antara 1-10 kGy): menurunkan bakteri patogen dan pembusuk serta parasit, dan
3. Dosis Tinggi (lebih dari 10 kGy): sterilisasi lengkap

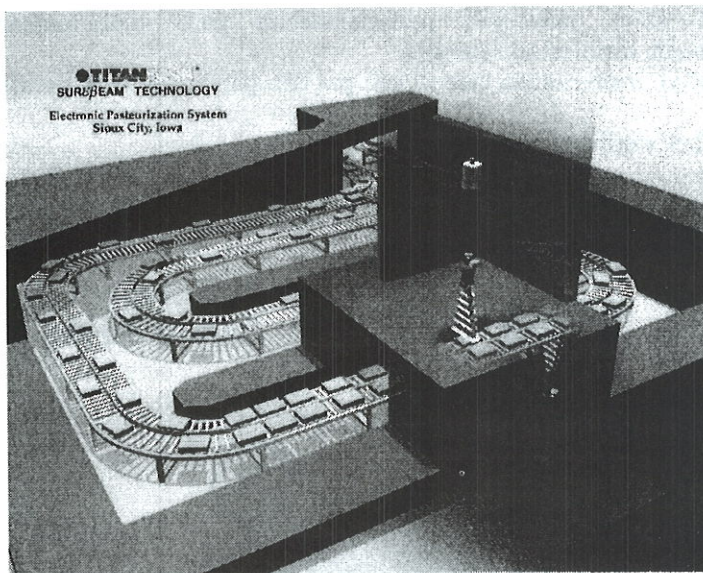
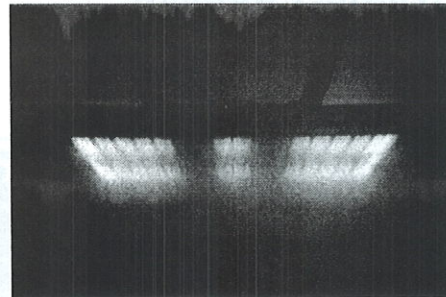


Teknologi Iradiasi Pangan

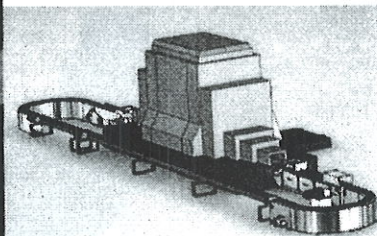
- Sinar Gama
60Co atau 137Cs
- Sinar-X (≤ 5 MeV)
- Elektron (≤ 10 MeV)



- Gamma Ray
 ^{60}Co or ^{137}Cs
- X-ray ($\leq 5 \text{ MeV}$)
- Electron ($\leq 10 \text{ MeV}$)



Dapat dinyalakan dan dimatikan tanpa menggunakan bahan-bahan radioaktif, tetapi daya penetrasinya ke dalam bahan tidak terlalu tinggi



Electron beams (E-Beam) tidak membutuhkan panas untuk memusnahkan *E. coli* O157:H7. Teknologi ini memfokuskan pada percepatan sinar katoda bertenaga tinggi. Pada saat sinar ini bertumbukan dengan *E. coli*, maka terjadi interaksi dengan DNA mikroba dan kemudian dideaktivasi.



Contoh iklan E-beam

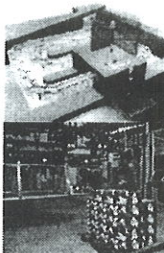
**IRRADIATION of
Red Meat Fulfills
the Promise of
Total Food Safety**

IOTRON
Industries Canada Inc.

Electron-beam processing of food products offers benefits to food processors, distributors and consumers by reducing or eliminating the threat of product spoilage or contamination. Supplying fresh, healthful, appetizing foods that can handle an extended shelf-life makes good business sense.



E-BEAM Services utilizes an effective and efficient cold process e-beam that utilizes energy from electrons or x-rays to target bacteria's DNA, thereby destroying its ability to reproduce or live, and thus rendering it harmless. The simple on-off controlled process does not use any chemical additives; leaves no residue; does not change the temperature, and does not alter the appearance, taste or chemical makeup of the food product or its packaging.



The SureBeam process uses a high-energy electron beam to irradiate food.



Fruit and vegetables being prepared for the irradiation process.



A selection of the types of fruit suitable for irradiation.

Delicate papayas are particularly suitable for electron beam food irradiation.



SUREBEAM FRUIT AND VEGETABLE
PROCESSING CENTRE, RIO DE
JANEIRO, BRAZIL

SureBeam announced the opening of its first food processing centre in Rio de Janeiro in Brazil in May 2003. The centre uses SureBeam's electron beam technology to disinfest fruit and vegetables for the export market by irradiation.

Brazil is the largest fruit producer in the world and is the third largest grower of vegetables. There are currently 11 food irradiation facilities in use in the country, and SureBeam is planning to build 21 new facilities by 2008.

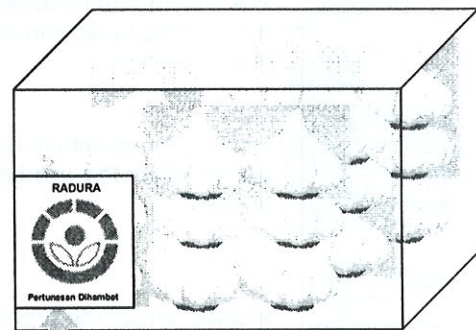
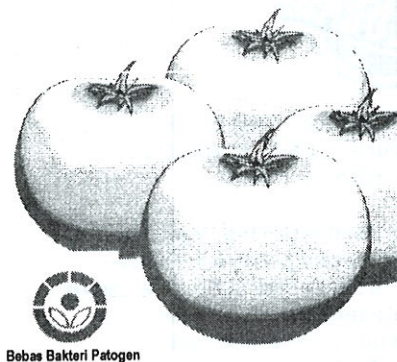
UNDANG-UNDANG RI No. 7 TAHUN 1996
tentang PANGAN
Pasal 34

- (1) Iradiasi dalam kegiatan atau proses produksi pangan dilakukan berdasarkan izin Pemerintah,
- (2) Proses perizinan penyelenggaraan kegiatan atau proses produksi pangan yang dilakukan dengan menggunakan teknik dan atau metoda iradiasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1), wajib memenuhi persyaratan kesehatan, penanganan limbah dan penanggulangan bahaya bahan radioaktif untuk menjamin keamanan pangan, keselamatan kerja, dan kelestarian lingkungan.

PP No. 28/2004 tentang Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan

Bagian Keempat
Iradiasi Pangan
Pasal 15

1. Fasilitas iradiasi yang digunakan dalam kegiatan atau proses produksi pangan untuk diedarkan harus mendapatkan izin pemanfaatan tenaga nuklir dan didaftarkan kepada Kepala Badan yang bertanggung jawab di bidang pengawasan tenaga nuklir.
2. Setiap pangan yang diproduksi dengan menggunakan teknik dan/atau metode iradiasi untuk diedarkan harus memenuhi ketentuan tentang pangan iradiasi yang ditetapkan oleh Kepala Badan.



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• "Bebas Serangga"• "Masa Simpan Diperpanjang"• "Bebas Bakteri Patogen"• "Pertunasan Dihambat" | <ul style="list-style-type: none">• Nama dan alamat fasilitas iradiator• Tanggal iradiasi dalam bulan dan tahun• Nama negara tempat iradiasi dilakukan• Tidak boleh diiradiasi ulang (jika perlu) |
|---|--|

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 826/MENKES/ PER/XII/1987 tentang Makanan Iradiasi

LAMPIRAN

JENIS KOMODITI	TUJUAN	BATAS MAKSIMUM YANG DIIZINKAN
Rempah-rempah kering	Mencegah atau menghambat pertumbuhan serangga	10 kGy
Umbi-umbian (kentang, bawang merah, bawang putih dan rizoma)	Menghambat pertunasan	0.15 kGy
Biji-bijian	Mencegah pertumbuhan serangga	1 kGy

Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 152/MENKES/SK/ II/1995 tentang Perubahan atas Lampiran PERMENKES No. 826/MENKES/ PER/XII/1987 tentang Makanan Iradiasi

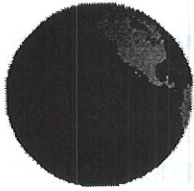
JENIS KOMODITI	TUJUAN	BATAS MAKSIMUM YANG DIIZINKAN
Rempah-rempah kering	Mencegah atau menghambat pertumbuhan serangga	10 kGy
Umbi-umbian (kentang, bawang merah, bawang putih dan rizoma)	Menghambat pertunasan	0.15 kGy
Udang beku dan paha kodok beku	Menghilangkan bakteri <i>Salmonella</i>	7 kGy
Ikan kering	Memperpanjang masa simpan	5 kGy
Biji-bijian	Mencegah pertumbuhan serangga dan bakteri patogen	5 kGy

FDA

JENIS PANGAN	PENGUNAAN	DOSIS
Rempah-rempah dan bumbu sayur kering	Dekontaminasi dan mengendalikan serangga dan mikroba	30 kGy
Sediaan enzim kering	Mengendalikan serangga dan mikroba	10 kGy
Semua pangan	Mengendalikan serangga	1 kGy
Pangan segar	Memperlambat kematangan	1 kGy
Ayam	Mengendalikan mikroba penyebab penyakit	3 kGy
Daging merah (Sapi, Kambing, dan Babi)	Mengendalikan kebusukan dan mikroba penyebab penyakit	4.5 kGy (segar) 7 kGy (beku)

Hal-Hal Penting

- Jumlah dosis radiasi terserap oleh makanan tidak boleh lebih dari 10 kGy.
- Dosis yang digunakan harus disesuaikan dengan tujuan teknologi dan harus memenuhi persyaratan kesehatan umum serta pelaksanaan proses radiasi yang baik.
- Makanan yang akan diiradiasi dan bahan pengemasnya harus cocok mutunya, memenuhi persyaratan higiene, dan sesuai untuk tujuan iradiasi. Penanganan sebelum dan sesudah proses iradiasi harus memenuhi persyaratan cara berproduksi yang baik serta memperhatikan persyaratan khusus teknologi proses iradiasi.



Harmonisasi dengan Standar Internasional

Revised Codex General Standard for Irradiated Foods (Codex Stan 106-1983, Rev. 1-2003)

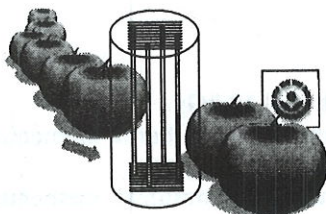
1. SCOPE
2. GENERAL REQUIREMENTS FOR THE PROCESS
(Radiation Sources, Absorbed Dose, Facilities and Control of the Process)
3. HYGIENE OF IRRADIATED FOODS
4. TECHNOLOGICAL REQUIREMENTS
(General Requirement, Food Quality and Packaging Requirements)
5. RE-IRRADIATION
6. POST IRRADIATION VERIFICATION
7. LABELLING
(Inventory Control, Prepackaged Foods Intended for Direct Consumption, Foods in Bulk Containers)

2. 2. Absorbed Dose

For the irradiation of any food, the minimum absorbed dose should be sufficient to achieve the technological purpose and the maximum absorbed dose should be less than that which would compromise consumer safety, wholesomeness or would adversely affect structural integrity, functional properties, or sensory attributes. The maximum absorbed dose delivered to a food should not exceed 10 kGy, except when necessary to achieve a legitimate technological purposes.

3. HYGIENE OF IRRADIATED FOODS

- 3.1. The irradiated food should be prepared, processed, and transported hygienically in accordance with the provisions of the Recommended International Code of Practice-General Principle of Food Hygiene (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997), including the application of the seven principles of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system where applicable for food safety purposes. Where appropriate, the technical requirements for the raw materials and end product should comply with applicable hygienic codes, food standards, and transportation codes.
- 3.2. Any relevant national public health requirement affecting safety and nutritional adequacy applicable in the country in which the food is sold should be observed.



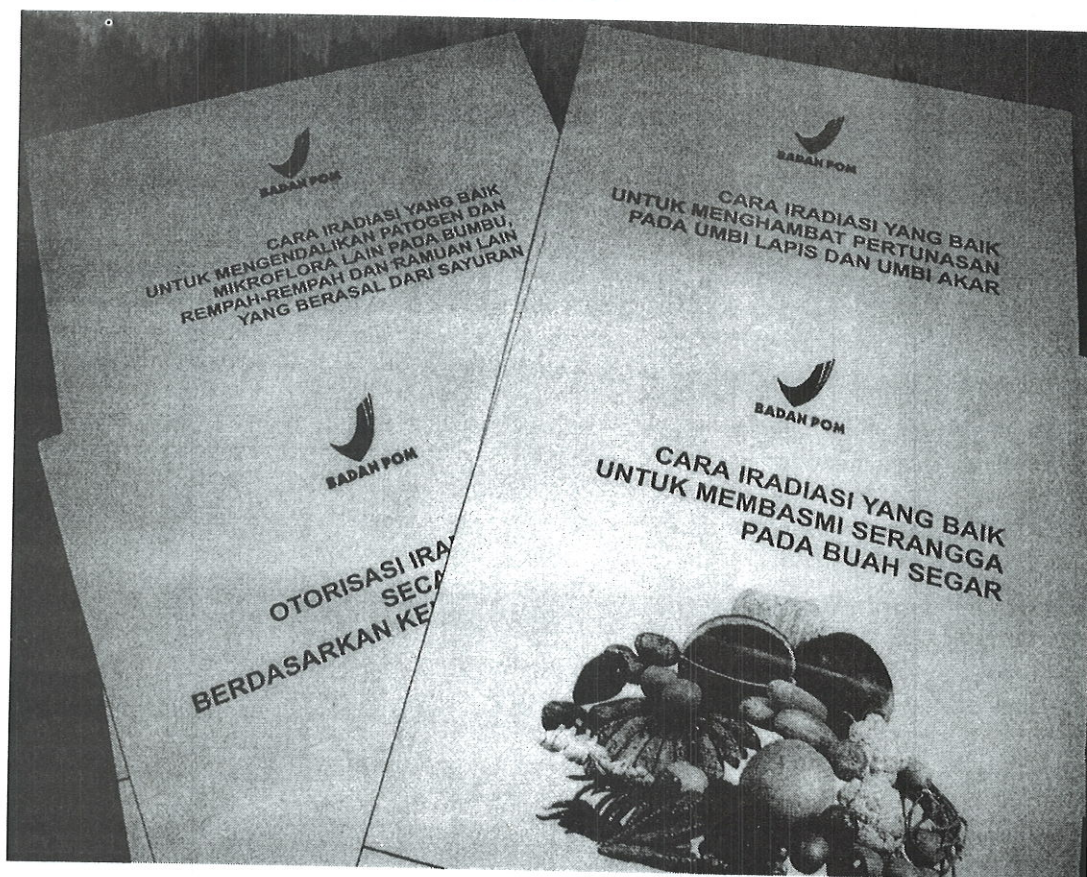
+ GMP
+ HACCP (jika relevan)

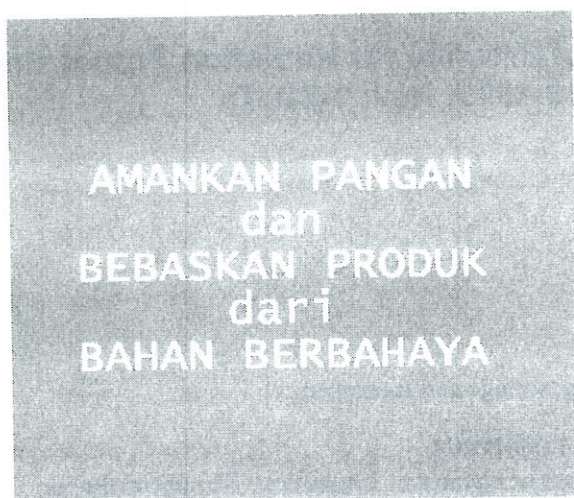


International Code of Practice for Radiation Processing of Food (CAC/RPC 19-1979, Rev. 1-2003)

INTRODUCTION

1. OBJECTIVES
2. SCOPE, USE and DEFINITIONS
3. PRE-IRRADIATION TREATMENT
(Primary production and harvesting, Handling, storage and transport)
3. PACKAGING
5. ESTABLISHMENT: DESIGN, FACILITIES and CONTROL
(Design and Layout, Radiation sources, Control of operation: Legislation, Requirements for process control, Control of applied dose, Product and inventory control)
5. IRRADIATION
(General, Dosimetry, Dosimetry systems, Dosimetry and process control, Records of irradiation, Control of hazards)
7. POST-IRRADIATION STORAGE AND HANDLING
8. LABELLING





Terima Kasih

DISKUSI

WINDA PUSPITASARI

1. Penelitian tentang sterilisasi bahan pangan sudah dilakukan bertahun-tahun di BATAN. Mengapa tidak ada produk awetan radiasi yang diluncurkan ke masyarakat ? Apakah ada standarisasi bahan pangan awetan hasil radiasi yang aman untuk dikonsumsi ?
2. Selama ini, banyak lembaga yang menggunakan iradiasi tanpa izin atau kerjasama dengan BATAN, sehingga banyak produk hasil iradiasi yang tidak terdokumentasi, bahkan tidak dapat dipertanggungjawabkan peredarannya. Apakah tidak ada regulasi yang mengatur penggunaan iradiasi materi ? Minimal dengan izin BATAN sehingga terdokumentasi, bahkan dapat memberikan keuntungan bagi BATAN

DEDI FERDIAZ

1. Sudah banyak, cek peraturan Menkes 1995 tentang produk yang boleh diiradiasi serta dosisnya
2. Seharusnya iradiator membuat database produk yang diiradiasi, dan menyampai-kannya ke BATAN dan Badan POM

SUHARYONO

Keamanan pangan sangat penting untuk kesehatan bagi masyarakat Indonesia, walau telah dilaksanakan cara mengatasi keamanan pangan dengan berbagai cara yaitu iradiasi, pengukuran terhadap kandungan antibiotik, mikroba, pestisida dan lain-lain. Namun masyarakat telah banyak telusuri berbagai macam bahan-bahan yang berbahaya. POM sudah melaksanakan baik dari media-media lain, namun masyarakat tentang terkena dampak tersebut. Apakah ada, cara lain yang sudah dilaksanakan. Mohon penjelasan.

DEDI FERDIAZ

Iklim tropis dengan suhu hangat dan kelembaban tinggi merupakan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroba, termasuk yang patogen. Ini tantangan yang selalu harus kita hadapi. Ketidaktahuan dan ketidakpedulian adalah masalah utama terkait dengan masalah keamanan pangan. Penyuluhan untuk memberikan produsen dan konsumen dan Enforcemen untuk yang tidak peduli dan melanggar peraturan perundang-undangan.

Sudah dibangun Integrated Food Safety System diantara departemen terkait dan pemerintah propinsi/kabupaten/kota, agar penyuluhan dan penindakan secara hukum sampai ke daerah, melalui District Food Inspector.

RINDY PANCA T

1. Legalisasi iradiasi pangan sudah ada sejak tahun 1987 yang tertuang pada peraturan Menkes No. 826 dan diamandemenkan pada tahun 1995 No. 152. Kapan Badan POM akan melakukan perubahan karena peraturan tersebut sudah cukup lama.
2. Untuk dosis diatas 10 kGy dengan tujuan khusus telah diperbolehkan berdasarkan Codex stan 106-1983, Rev. 1-2003 (th.2003). Bagaimana implementasinya di Indonesia dalam hal ini Badan POM sebagai regulator.

DEDI FERDIAZ

1. Regulasi baru sudah disiapkan atas dasar pembicaraan antara Badan POM, BATAN dan Stakeholder lainnya. Masih menunggu waktu untuk keluarnya regulasi baru ini. Regulasi baru lebih kepada penambahan komoditi yang boleh diiradiasi.
2. Untuk tujuan riset bisa saja dilakukan hasil riset dan kelayakannya untuk industri dapat menjadi bahan kajian regulasi baru.

ROSIKA

1. Apak efek samping bagi tanaman/makanan yang dikenai radiasi ? terutama terhadap kualitas
2. Sudahkan dilakukan penelitian efek samping tersebut, disamping keunggulan/kelebihan setelah diradiasi.

DEDI FERDIAZ

Banyak riset terkait dengan hal yang ditanyakan. Pengaruhnya bermacam-macam tergantung pada jenis pangan dan dosis iradiasi yang diberikan. Oleh karena dosis radiasi harus seminimal mungkin yang dapat memberikan efek positif (reduksi mikroba, mencegah perluasan, mencegah pematangan dsb), dan maksimum sampai ada kompromi, antara dampak positif dan negatifnya.

NADA MARNADA

1. Label radura belum banyak atau sedikit sekali masyarakat umum yang mengenal. Selain itu penyertaan label tersebut tentu memiliki dampak positif dan negatif. Pertanyaan secara nasional penyertaan label radura menjadi tanggung jawab institusi mana ?
2. Sejauh mana keseriusan Badan POM melarang peredaran makanan dan minuman yang mengandung pengawet dan bahan berbahaya bagi konsumen ?

DEDI FERDIAZ

1. Jadi tanggung jawab Industri untuk mencantumkan label radura pada produk yang sudah diiradiasi. Masalahnya sulit untuk memonitor produk yang sudah diiradiasi, meskipun mungkin untuk dilakukan dengan ESR (Electron Spin Resonance Spectrophotometer). Perlu sosialisasi oleh Batan bahwa iradiasi adalah teknologi aman untuk membunuh bakteri patogen.
2. Perlu dibedakan antara bahan berbahaya yang langsung digunakan untuk pangan dan BTP (Bahan Tambahan Pangan) termasuk pengawet yang diijinkan dengan batas maksimum penggunaan. Produk yang mengandung pengawet dibawah batas maksimumnya boleh diedarkan, label harus benar untuk informasi kepada konsumen.

ENDANG SEMIARTI

1. Bagaimana residu radioaktif yang ada pada buah yang telah diawetkan dengan radiasi ?
2. Apakah perlu adanya label keamanan pada kemasan buah yang telah diawetkan dengan radiasi ?
3. Mengingat akhir-akhir ini kontroversi pro-kontra tentang keamanan bahan pangan dan makanan yang merupakan hasil rekayasa genetik, maupun pengawetan secara kimiawi maupun iradiasi. Menurut Bapak bagaimanakah tingkat keamanan dari ketiga macam perlakuan tersebut pada makanan terhadap para pengguna. Bagaimanakah regulasi sebaiknya dilakukan oleh pemerintah, Balai-balai dan lembaga riset dalam penanganan masalah bahan pangan untuk keamanan pengguna ?

DEDI FERDIAZ

1. Yang perlu label radura, dengan tujuan memberikan informasi kepada konsumen tidak perlu label keamanan pangan karena proses iradiasi sudah dilakukan dengan cara yang benar dengan menggunakan dosis iradiasi yang diijinkan.
2. Residu tidak ada, paling-paling radikal bebas dalam jumlah kecil yang dampaknya lebih kepada flavor.
3. Sumber yang baik adalah WHO 2002 tentang 20 Question About Genetically Modified Organism, ini sudah dimuat terjemahannya di 2 terbitan Media Indonesia. Produk GMO yang sudah dikomersialkan sejak lama dan sudah mengalami penyeleksian keamanan pangan yang ketat dianggap aman untuk dikonsumsi, seperti kedelai, jagung, canola dan kentang. Keamanan pangan GMO harus dilakukan step by step dan kasus per kasus. Pada prinsipnya semua perlakuan seperti rekayasa genetika, pengawetan kimia atau iradiasi adalah aman asal dilakukan dengankaidah-kaidah cara produksi pangan yang benar sesuai dengan ketentuan perundang-undangan.

DWI DJOKO S.SANTOSO

Mohon diinformasikan perihal pemanfaatan teknologi iradiasi terhadap produksi pati (starch) dan modified starch

1. Apakah pemanfaatan iradiasi berperan dalam mengubah sifat fungsional Amilosa dan Amilopektin ?
2. Kalau ya, dalam dosis berapa aman sesuai FAO ?
3. Kalau tidak, mengapa ?

DEDI FERDIAZ

Panjang rantai dan kompleksnya cabang dari polimer sangat menentukan sifat fungsionalnya, juga ini terjadi pada Amilosa dan Amilopektin. Jika pati (Amilosa dan Amilopektin) dimodifikasi untuk merubah sifat fungsional terkait dengan sifat gel atau film, maka cross-link adalah cara yang paling tepat. Iradiasi dapat menstimulasi cross-link dan tergantung dari karakteristik bahan baku dan target yang diinginkan diperlukan dosis iradiasi yang tepat. Saat ini saya tidak punya data untuk tujuan di atas.

KRISNA M. LUMBAN RAJA

1. Mengapa harus mengacu kepada Codex ?
2. Hal kerjasama Badan POM dan Batan, apakah maksudnya menghasilkan buku panduan cara iradiasi yang baik seperti yang ditayangkan ?

DEDDI FERDIAZ

1. Codex adalah Badan Internasional yang menyusun standar dunia dan menjadi benchmark negara-negara di dunia
2. Antara lain hasilnya demikian