



## Pengaturan Peraturan Material Radioaktif Dalam Industri Makanan yang Terkontaminasi di Indonesia

Hesty Rimadianny<sup>1\*</sup>, Anri A. Ridwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) Direktorat Pengaturan Pengawasan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif (DP2FRZR), DKI Jakarta, Indonesia.

<sup>2</sup>Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN), Direktorat Pengaturan Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir (DPIBN), DKI Jakarta, Indonesia

\*E-mail : [r.hesty@bapeten.go.id](mailto:r.hesty@bapeten.go.id)

### Abstract

*Today's food industry is growing rapidly in Indonesia. According to the food chain, an ecosystem will be a relationship between organisms and their environment, the relationship is very complex so that it influences each other. If humans consume contaminated food, it will increase the amount of radioactive content in a person's body. So that it will cause radiation exposure which will cause health risks associated with radiation exposure. This paper uses a descriptive method with data derived from the literature obtained. So that radiation exposure will increase so that it will cause health risks associated with radiation exposure. The right health effects will depend on radionuclides which have been digested according to the age of the human body and the amount. Humans receive natural radiation at a dose of 2.4 mSv/year from internal and external radiation doses. The internal radiation dose of 0.29 mSv/year comes from food. As an illustration, if contaminated radiation food for adults who eat 200 grams of spinach that has been contaminated with <sup>137</sup>Cs at a dose of 1,000 Bq/kg will get additional radiation exposure in the body of an adult of 0.0026 mSv from the spinach. Therefore, Bapeten must make regulations regarding the effective doses allowed for radioactive substances or radionuclides in permissible foods, which will cause a reduced health risk in humans.*

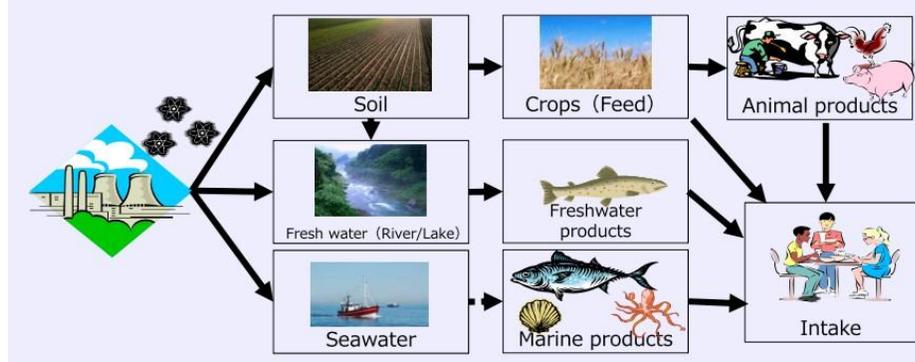
**Keywords:** food, radioaktif, contamination, radionuclide, supervision

### Pendahuluan

Makanan merupakan suatu kebutuhan pokok manusia yang sangat penting bagi kehidupan. Di dalam sebuah ekosistem akan terjadi hubungan antar organisme dan lingkungannya, hubungan tersebut sangatlah kompleks sehingga saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya. Manusia merupakan makhluk hidup yang sangat tergantung pada makhluk lainnya karena manusia tidak bisa memproduksi makanan dengan sendiri dalam menjaga kelangsungan hidup. Dewasa ini banyak terjadi perubahan iklim dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi dan industri yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan ekosistem disekitar. Lingkungan ekosistem sebagai rantai makanan dapat dilihat pada Gambar 1.

Dampak dari gempa bumi dan tsunami di Fukushima, Jepang (2011) telah membuat beberapa masyarakat khawatir akan dampak ekosistem makhluk hidup terutama dalam rantai makanan. Hal ini telah menyebabkan peternak sapi diperintahkan untuk melakukan pemusnahan hewan ternak dan dilarang meminum susu untuk dikonsumsi manusia dengan radius 30 km dari pusat terjadinya bencana nuklir. Hal ini untuk mengurangi paparan radiasi yang sangat membahayakan sehingga dapat menimbulkan penyakit ringan hingga penyakit mematikan pada manusia. Semua makanan yang mengandung zat radioaktif pada makanan tersebut, mengandung karbon yang secara alamiah terdapat isotop walaupun kadarnya sama sekali tidak berbahaya. Indra Cahya reporter liputan 6 (2018) melaporkan salah satu contoh adalah selai kacang dapat memancarkan radiasi hingga 0,12 pCi/gram, radiasi ini dihasilkan oleh isotop radioaktif yaitu: <sup>40</sup>Po, <sup>226</sup>Ra dan <sup>228</sup>Ra. Untuk lebih jelasnya mengenai kandungan radioaktivitas alam pada makanan dapat dilihat pada Tabel. 1.





**Gambar 1.** Rantai makanan akibat adanya perubahan lingkungan ekosistem <sup>[1]</sup>

Kontaminasi makanan dapat terjadi dari pengendapan atmosfer atau berasal dari transfer radioaktif dengan menggunakan media air, kontaminasi makanan dari pengendapan air sebagai bahan radioaktif dalam bentuk partikulat tidak larut akan mengikuti unsur kimia yang terlibat di dalamnya. Oleh sebab itu harus dilakukan pengujian yang tepat untuk mengevaluasi paparan yang berasal dari pengendapan atmosfer. Untuk pengukuran sampel yang berasal transfer air diperlu dilakukan pengupasan atau pencucian dari sebagian besar kontaminasi yang terjadi pada bahan makanan. Susu sering direkomendasikan sebagai minuman untuk mengetahui besarnya kontaminasi radioaktif yang terjadi. Hal ini disebabkan oleh pengambilan sampel yang paling mudah dilokasi, mudah ditemukan dipasaran sehingga radionuklida berumur sangat pendek. Hal ini dapat dievaluasi dengan mudah seperti <sup>31</sup>I (Iodine). Kemudian, susu banyak memberikan informasi tentang kontaminasi radioaktif sebelumnya oleh karena itu faktor yang berkontribusi terhadap peranan susu sebagai sumber paparan manusia [2].

**Tabel 1. Radioaktivitas alam dalam makanan**<sup>[6]</sup>

No	Makanan	<sup>40</sup> K pCi/g	<sup>226</sup> Ra pCi/g
1	Pisang	3.52	0,001
2	Kacang Brasil	5.60	1-7
3	Wortel	3.40	0.0006 – 0.002
4	Kentang Putih	3.40	0.001 – 00025
5	Bir	0.390	-
6	Daging Merah	3.00	0.000
7	Kacang mentah	4.64	0.002 – 0.005
8	Air Minum	-	0 – 0.000017

Bapeten sebagai lembaga pengawas tenaga nuklir di Indonesia masih belum mempunyai peraturan mengenai radiasi pada industri makanan, berbeda dengan negara Singapura yang telah menggunakan pengawasan kadar radiasi pada industri makanan. Sehingga, industri makanan dari negara tersebut bisa memasuki pasaran dunia yang sangat ketat dalam hal kandungan radioaktif pada makanan yang boleh dikonsumsi pada manusia dan ini menjadi tugas yang harus dilakukan oleh Bapeten agar industri makanan di Indonesia bisa masuk ke negara-negara yang telah menerapkan kandungan radioaktif pada industri makanan yang boleh dikonsumsi oleh manusia. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan Bapeten harus melakukan pengaturan peraturan mengenai dosis efektif yang diperbolehkan untuk zat radioaktif atau radionuklida pada makanan yang diizinkan. Saat ini, Bapeten baru memiliki Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir nomor 4 Tahun 2103 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir yang hanya mengatur secara umum [3].



## Metode Penelitian

Dalam penyusunan makalah mengenai pengaturan peraturan material radioaktif dalam industri makanan yang terkontaminasi radioaktif di Indonesia, penulis melakukan metode deskriptif melalui studi pustaka dengan tahapan meliputi: mengumpulkan dan memahami berbagai literatur tersebut disertai dengan pengumpulan informasi-informasi dan data-data pendukung seperti dari peraturan terkait lainnya, baik peraturan yang bersifat nasional maupun publikasi internasional, analisa, diskusi, pembahasan dan penyusunan laporan.

Ruang lingkup pembahasan ini dititikberatkan pada pengaturan peraturan material radioaktif dalam industri makanan di Indonesia, untuk industri makanan yang dapat dikonsumsi masyarakat Indonesia dan untuk meningkatkan ekspor non-migas terutama bidang makanan.

## Hasil dan Pembahasan

Dalam makalah ini penulis akan membahas mengenai radionuklida pada makanan disesuaikan dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir nomor 4 Tahun 2103. Radionuklida secara umum yang ditemukan dalam makanan secara alam adalah  $^{40}\text{Po}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  dan turunannya. Sedangkan radionuklida yang berasal dari proses manusia yang dibuang ke lingkungan adalah  $^{131}\text{I}$ , yang cepat ditransfer dari pakan yang terkontaminasi ke dalam susu radioaktif yang lain akan terjadi dalam jangka panjang seperti radionuklida:  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  dan  $^{239}\text{Pu}$  mereka akan berada dalam lingkungan yang cukup lama.

Di negara-negara maju sudah menerapkan batasan untuk kandungan radioaktif dalam makanan. Standar internasional untuk radioaktif Cs tidak boleh melebihi 1.000 Bq/kg sedangkan negara Jepang menetapkan standar untuk memastikan keamanan pangan secara ketat sebesar 100 Bq/kg untuk Cs tersebut. Keamanan pangan harus dipastikan melalui pemeriksaan secara menyeluruh terhadap zat radioaktif yang berdasarkan batasan standar sebagaimana yang telah ditetapkan.

Uni-Eropa menetapkan batas standar berdasarkan paparan individu tidak boleh melebihi 1 mSv/tahun dengan mengasumsikan bahwa 10% dari semua produk makanan untuk dikonsumsi manusia berasal dari area yang terkena kontaminasi radioaktif. Sedangkan, negara Amerika menetapkan batas standar berdasarkan dosis kolektif yaitu 5 mSv/tahun dengan mengasumsikan 30% berasal dari semua jenis makanan yang berasal dari asupan yang terkontaminasi radioaktif. Kita mengetahui bahwa manusia menerima radiasi alam dengan dosis sebesar 2,4 mSv/tahun yang berasal dari dosis radiasi internal dan eksternal. Dosis radiasi internal 0,29 mSv/tahun berasal dari makanan, kemudian 1,26 mSv/tahun berasal dari pernapasan sedangkan dosis radiasi eksternal berasal dari tanah sebesar 0,48 mSv/tahun dan 0,39 mSv/tahun berasal dari luar angkasa. Oleh sebab itu perlu adanya pembatasan distribusi dan konsumsi yang dilakukan untuk mencegah makanan yang terkontaminasi radioaktif ke dalam rantai pasokan makanan. Pengukuran kadar radioanuklida Cs dalam bahan makanan bersama-sama dilakukan tindakan pengaturan dan pemantauan agar menjaga kepercayaan dan keamanan pasokan makanan yang akan dikonsumsi manusia.

Masalah kesehatan bagi manusia adalah hal utama, apabila terkena paparan radiasi tinggi dalam jangka panjang waktu yang lama akan berakibat timbulnya penyakit kanker. Oleh sebab itu *International Atomic Energy Agency* (IAEA) memperkirakan bahwa rata-rata paparan radiasi dari semua sumber alam berjumlah 2,4 mSv/tahun. Di negara Canada sendiri dosis radiasi alam rata-rata 6 mSv/tahun, porsi dosis radionuklida alam dalam makanan sebesar 0,25 - 0,4 mSv/tahun. Mengonsumsi makanan yang terkontaminasi akan menyebabkan meningkatkan jumlah kadar radioaktif pada tubuh seseorang. Oleh sebab itu dengan peningkatan paparan radiasi akan menyebabkan meningkatnya resiko kesehatan yang berkaitan dengan paparan radiasi. Efek kesehatan yang tepat akan tergantung pada radionuklida yang mana telah dicerna tubuh manusia dan jumlahnya. Sebagai contoh penulis akan memberikan ilustrasi dari makanan yang terkontaminasi radiasi untuk usia dewasa yang memakan bayam 200 gram yang telah terkontaminasi  $^{137}\text{Cs}$  dengan dosis 1.000 Bq/kg akan mendapatkan tambahan paparan radiasi dalam tubuh orang dewasa sebesar 0,0026 mSv dari bayam tersebut. Sedangkan seorang anak yang berusia 1 tahun yang mengonsumsi susu sebanyak 0,5 liter yang terkontaminasi  $^{131}\text{I}$  dengan dosis 100 Bq/liter akan mendapatkan 0,009 mSv paparan radiasi tambahan.



Radioaktif  $^{131}\text{I}$  dalam makanan menjadi perhatian segera karena transfer yang sangat cepat dari pakan yang terkontaminasi ke hasil susu dan akumulasi dikelenjar tiroid.  $^{131}\text{I}$  memiliki waktu paro radioaktif yang sangat singkat yaitu 8,04 hari karena secara alami akan membusuk dalam waktu yang singkat. Apabila radioaktif ini dihirup atau ditelan maka akan terkonsentrasi di kelenjar tiroid sehingga akan meningkatkan resiko kanker tiroid. Radioaktif Cs berbeda dengan  $^{131}\text{I}$  yang memiliki waktu paro radioaktif yang lebih panjang untuk  $^{134}\text{Cs}$  selama 2,06 tahun sedangkan  $^{137}\text{Cs}$  waktu paro radioaktif adalah 30 tahun. Radioaktif Cs dapat bertahan dilingkungan selama beberapa tahun hal ini akan menyebabkan permasalahan jangka panjang untuk makanan dalam produksi pangan yang akan menyebabkan ancaman bagi kesehatan manusia. Apabila  $^{137}\text{Cs}$  memasuki bagian tubuh maka akan terdistribusikan secara merata di seluruh jaringan lemak mengakibatkan terpaparnya jaringan-jaringan tersebut. Paparan radiasi  $^{137}\text{Cs}$  akan menghasilkan peningkatan resiko terkena penyakit kanker.

Ditinjau dari Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir nomor 4 Tahun 2103 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir ternyata radiasi untuk konsumsi makanan tidak sesuai diterapkan pada industri makanan yang kemungkinan terkontaminasi paparan radiasi. Hal ini disebabkan tidak memuat aturan dari World Health Organization (WHO) bahwa radionuklida dalam makanan untuk situasi paparan darurat sebesar 5 mSv/tahun, sedangkan IAEA mengidentifikasi situasi paparan yang ada sebagai tingkat referensi sebesar 1 mSv/tahun [4]. Bapeten sebagai badan pengawas yang bertugas melaksanakan pengawasan melalui pembuatan peraturan, perizinan, dan kegiatan inspeksi terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir harus bekerja-sama dengan Kementerian Kesehatan dalam pembuatan peraturan tentang keselamatan radiasi pada industri makanan dalam pemanfaatan tenaga nuklir.

Sebagai contoh zat radioaktif pada makanan di kepulauan Bangka Belitung Indonesia diperoleh kandungan radionuklida  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  dan  $^{40}\text{K}$  melalui sayuran, buah-buahan dan umbi-umbian mengandung dosis radionuklida sebesar 157,6 Bq/tahun, 493,4 Bq/tahun dan 169,7 Bq/tahun sedangkan melalui biota ikan kandungan radionuklida  $^{226}\text{Ra}$  sebesar 32,44 Bq/tahun,  $^{232}\text{Th}$  sebesar 140,4 Bq/tahun dan  $^{40}\text{K}$  sebesar 368,3 Bq/tahun. Total dosis efektif yang diterima oleh masyarakat Bangka Belitung melalui rantai makanan sebagai bahan pangan seperti sayuran, buah buahan, dan umbi-umbian sebesar 0,16 mSv/tahun. Sedangkan konsumsi ikan sebesar 0,04 mSv/tahun. Dosis efektif yang diterima masyarakat melalui air minum mencapai 0,76 mSv/tahun (Syarbaini, 2015). Dosis efektif radionuklida yang diterima masyarakat Bangka Belitung masih berada dibawah standar yang direkomendasikan oleh IAEA dan WHO[5].

Untuk lebih jelasnya mengenai radionuklida yang diizinkan pada industri makanan dapat dilihat pada Tabel .2 Radionuklida yang tercantum pada Tabel 2, biasanya digunakan sebagai radiasi sumber dalam jumlah yang cukup besar. Mereka adalah yang penting untuk diserap ke dalam rantai makanan dan bisa menjadi kontributor potensial yang signifikan terhadap level dalam makanan

**Tabel 2. Radionuklida yang diizinkan pada industri makanan [7]**

No	Group Radionuklida	DIL (Bq/kg)
1	Strontium-90 (Sr-90)	160
2	Iodine-131 (I-131)	170
3	Cesium-134 + Cesium-137 (Cs-134, Cs-137)	1200
4	Plutonium-238 + Plutonium-239 + Americium-241 (Pu-238, Pu-239, Am-241)	2
5	Ruthenium-103 + Ruthenium-106 <sup>(a)</sup> (Ru-103, Ru-106)	C3/6800 + C6/450 < 1

<sup>(a)</sup> Karena perbedaan besar dalam batas intervensi harian (DIL) untuk  $^{103}\text{Ru}$  dan  $^{106}\text{Ru}$ , konsentrasi individu  $^{103}\text{Ru}$  dan  $^{106}\text{Ru}$ , konsentrasi individu  $^{103}\text{Ru}$  dan  $^{106}\text{Ru}$  dibagi oleh DIL masing-masing dan dijumlahkan. DIL untuk grup Ruthenium ditetapkan kurang dari satu [7].



## Kesimpulan

Dalam menghadapi era-globalisasi Bapeten harus membuat pengaturan peraturan mengenai dosis efektif untuk zat radioaktif atau radionuklida pada makanan yang diizinkan, sehingga akan menyebabkan berkurangnya resiko apabila manusia mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi, yang menyebabkan meningkatnya jumlah kadar radioaktif pada tubuh seseorang. Dengan meningkatkannya paparan radiasi akan menyebabkan resiko kesehatan terganggu akibat paparan radiasi pada tubuh manusia. Pengaruh radionuklida dicerna oleh tubuh manusia sangat tergantung kepada usia dan jumlah yang diijinkan oleh pengawas seperti halnya Bapeten.

## Daftar Pustaka

- Pharmaceutical Safety and Environmental Health Bureau Ministry of Health, Labour and Welfare, Radioactive materials in foods. [https://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dl/food-130926\\_1.pdf](https://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dl/food-130926_1.pdf)
- Marcellus Shale The Science Beneath The Surface. Paleontological Research Institut Issue Number 4 (June 2001).
- BAPETEN. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir nomor 4 Tahun 2103 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir.
- Hiroshi Terada. Regulation values and current situation of radioactive materials in Food. J.Natl Inst. Public Health 67 (1) ; 2018.
- Syarbaini, Dadong Iskandar, Kusdiana. Perkiraan dosis radiasi yang diterima publik di Provinsi kepulauan Bangka Belitung. Jurnal ekologi kesehatan Vol. 14 No. 4, Desember 2015. 318-333p.
- Bruce Schlink Americans Held Hostage by the Environmentalist Movement, ROSEDOGBOOKS Pittsburg, Pennsylvania, 2012
- EMSL Radiochemistry Laboratory ANALYTICAL, INC.200 ROUTE 130 NORTH CINNAMINSON, NJ 08077 Radionuclides in Foods Version 1: August 2016.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Sri Sukadarti (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

**Notulen : Fauzan Irfandy (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Wulan Maghfiro (Institut Teknologi Surabaya)  
Pertanyaan : a. Penerapan peraturan material radioaktif dalam industri makanan tentu harus melalui tahap pengenalan / sosialisasi. Bagaimana peraturan tersebut akan disosialisasikan dan apa peran Bapeten di dalamnya?  
b. Bila peraturan ini diterapkan nantinya, apakah perusahaan kecil / UMKM termasuk sasaran dari peraturan ini?  
Jawaban : a. Bapeten menggandeng kementerian kesehatan, kementerian perdagangan untuk menjaring perusahaan-perusahaan yang wajib mengikuti peraturan ini. Perusahaan harus mempunyai laboratorium terakreditasi Bapeten untuk radioaktif makanan. Sosialisasi dilakukan dengan dua cara yaitu konsultasi publik dan pembinaan. Konsultasi publik dengan mengundang pihak-pihak yang berkaitan, pakar, dan universitas untuk menyusun kebijakan kemudian dilakukan pembinaan kepada perusahaan.  
b. Sasarannya adalah perusahaan / industri makanan yang besar terutama yang melkakukan kegiatan ekspor dan impor.
2. Penanya : Metika Mega Agata (Institut Teknologi Surabaya)  
Pertanyaan : a. Sebelum dilakukan pengkajian tentang peraturan ini, apakah sudah pernah terdapat kejadian di masyarakat tentang kontaminasi radioaktif?  
b. Apa maksud dari peraturan radiasi di pesawat saat berada pada ketinggian?  
Jawaban : a. Dalam bidang kesehatan / riwayat kepenyakit belum terjadi, namun untuk makanan pernah terjadi saat produk Jepang masuk ke Indonesia tahun 2011 saat bencana Fukushima terjadi. Aduan diterima karena makanan mengandung radioaktif yang tinggi. Kemudian penjagaan dilakukan di pos ekspor impor serta dilakukan pengecekan dan penyeleksian bahan makanan masuk ke Indonesia.  
b. Saat berada di ketinggian, pesawat terkena radiasi kosmik. Peraturan perlu dibuat untuk kepentingan awak pesawat terutama pilot.
3. Penanya : Sri Sukadarti (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Peraturan ini baru sekarang dilakukan pengkajian dan pembahasan, apakah peraturan semacam ini sudah ada di negara lain?  
Jawaban : Sudah ada peraturan tentang material radioaktif dalam industri makanan yang terkontaminasi di negara lain, contohnya di Jepang. Seringkali produk makanan ekspor Indonesia tidak diterima di negara lain karena belum ada peraturan dan standarisasi tentang kandungan radioaktif dalam produk.