

# RADIONUKLIDA DALAM TUBUH MANUSIA

## RINGKASAN

Di alam terdapat unsur radioaktif seperti uranium (U), thorium (Th), radium (Ra) dan radionuklida seperti kalium-40 (K-40), carbon-14 (C-14), dan lain-lain. Ada radionuklida yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan atau pernafasan. Ada juga yang diterima dari percobaan nuklir atau kecelakaan fasilitas nuklir seperti Cs-137 dan Sr-90. Untuk meneliti pengaruh bahan radioaktif pada tubuh manusia, perlu diketahui radioaktivitas dalam tubuh manusia.

## URAIAN

### 1. Radionuklida alam

Jika dilihat unsur pembentuk struktur tubuh manusia, dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa sekitar 96% lebih adalah oksigen, karbon, hidrogen dan nitrogen, setelah itu kalsium, fosfor, kalium, sulfur, natrium, khlor, magnesium dan besi. Tetapi dilihat dari radioaktivitasnya, maka radioisotop yang paling banyak adalah K-40 yang jumlahnya sekitar 0,01% dalam kalium. Seperti dapat dilihat pada Tabel 2, K-40 diketahui sebagai radionuklida alam yang paling banyak ada dalam bahan makanan. Diketahui pula bahwa jumlah K-40 yang ada dalam tubuh manusia tetap. Dalam tubuh laki-laki dewasa dengan berat badan 60 kg terdapat sekitar 4000 Bq K-40. Jumlah K-40 akan berkurang dengan bertambahnya usia. Jumlah K-40 dalam tubuh wanita biasanya lebih sedikit. Berdasarkan jumlahnya dalam tubuh manusia, urutan radionuklida setelah K-40 adalah carbon-14 (C-14), rubidium-86 (Rb-86), polonium-210 (Po-210), dan timbal-210 (Pb-210) (Tabel 3).

Dalam paru-paru terdapat beberapa radionuklida hasil peluruhan radon yang masuk lewat pernafasan. Radioaktivitas dalam tubuh manusia berasal dari radionuklida yang masuk melalui makanan dan pernafasan, dan besarnya bergantung kepada kondisi tanah dan kebiasaan. Misalnya, jumlah uranium dalam tubuh orang yang tinggal di Australia Barat 75 kali lipat dari normal, mereka makan daging domba dan kangguru. Uranium yang ada dalam tanah diserap oleh rumput, dan binatang yang memakan rumput ini akan memiliki jumlah uranium yang tinggi dalam daging maupun susunya. Melalui daging dan susu ini radionuklida masuk ke dalam tubuh manusia. Orang di kutub utara memiliki jumlah Po-210 sebesar 35 kali lebih besar dari normal, karena orang di daerah tersebut biasa makan *daging tonakai*. Tonakai mendapat Po-210 dari tanaman yang tumbuh di atas tanah yang kaya Po-210.

### 2. Radionuklida buatan

Radionuklida buatan yang berasal dari jatuhnya radioaktif percobaan nuklir atau kecelakaan pembangkit listrik tenaga nuklir, limbah padat maupun cair yang ke luar dari fasilitas nuklir masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan maupun pernafasan.

Radionuklida buatan yang ada di lingkungan terutama adalah I-131, Cs-137 dan Sr-90. Radionuklida ini penting karena akan terakumulasi pada kelenjar tiroid, cairan darah, otot dan

tulang. Radionuklida yang berasal dari kecelakaan reaktor yang harus diwaspadai adalah yodium (I-131). Yodium ini terkumpul di kelenjar tiroid karena yodium adalah unsur pembentuk hormon kelenjar tiroid. Hormon ini mengatur penggantian energi di seluruh tubuh.

Cs-137 dengan umur paro panjang (30 tahun) hampir semuanya terakumulasi di lambung dan usus, kemudian diserap oleh darah dan disebarkan ke seluruh tubuh. Seperti terlihat pada Gambar 1, radioisotop ini akan terkumpul di otot dengan berjalannya waktu. Sr-90 secara kimia mirip dengan kalsium dan karena itu akan terkumpul di tulang. Sr-90 dapat menimbulkan masalah pembentukan tulang pada bayi maupun anak-anak.

Gambar 2 menunjukkan perubahan jumlah Cs-137 dalam tubuh manusia.

**Tabel 1. Unsur pembentuk tubuh manusia**

Unsur	Berat (gr)	Prosentase terhadap berat tubuh (%)
Oksigen	43.000	61
Karbon	16.000	23
Hidrogen	7.000	10
Nitrogen	1.800	2,6
Kalsium	1.000	1,4
Fosfor	780	1,1
Sulfur	140	0,20
Kalium	140	0,20
Natrium	100	0,14
Khlor	95	0,12
Magnesium	19	0,027

Sumber: ICRP Publication 23, Report of the Task Group on Reference Man (1974), p.327

**Tabel 2. Radionuklida dalam bahan makanan**

Isotop	Aktivitas (Bq/kg)
K-40	0 ~ 23.000
Pb-210	0 ~ 50
Po-210	0 ~ 230
Ra-226	0 ~ 2

**Tabel 3. Radionuklida dalam tubuh manusia**

Standar orang Jepang dengan berat 60 kg

Isotop	Aktivitas (Bq)
K-40	4,000
C-14	2.500
Rb-87	500
Pb-210 ; Po-210	20

**Tabel 4. Radionuklida yang terdeteksi pada kecelakaan kekritisan di Tokaimura, Jepang**

Data di bawah ini didapat dari hasil penelitian 30 September – 2 Nopember 1999

Level materi radionuklida yang terdeteksi sesaat setelah kecelakaan pun sangat kecil dan tidak akan memberikan pengaruh kepada kesehatan masyarakat dan lingkungan. Juga karena waktu paronya pendek, sekarang ini tidak lagi terdeteksi.

Bahan uji	Jumlah pemeriksaan	Hasil pengukuran		
		Jumlah pengukuran	Radionuklida	Rentang deteksi
Udara	139	1	<sup>91</sup> Sr	0,021 (500 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
		8	<sup>138</sup> Cs	0,016 - 1,400 (5.000 Bq/ m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
		1	<sup>140</sup> Ba	0,022 (100 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
		1	<sup>140</sup> La	0,048 (100 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
Yodium di udara	95	5	<sup>131</sup> I	0,000073 - 0,00041 (10 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
		3	<sup>133</sup> I	0,0013 - 0,39 (80 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
		2	<sup>135</sup> I	1,6 - 3,4 (400 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
		3	<sup>138</sup> Cs	9,2 - 14 (5.000 Bq/m <sup>3</sup> (Ket. 1,2))
Air hujan	3	0	-	Tidak terdeteksi
Air PAM	17	0	-	Tidak terdeteksi
Air sumur	31	0	-	Tidak terdeteksi
Air danau	3	0	-	Tidak terdeteksi
Tanah/lumpur	156	16	<sup>24</sup> Na	1,3 - 130 Bq/kg <sup>(Ket.2)</sup>
		2	<sup>56</sup> Mn	37 - 100 Bq/kg <sup>(Ket.2)</sup>
		1	<sup>131</sup> I	0,45 Bq/kg <sup>(Ket.2)</sup>
		1	<sup>133</sup> I	1,6 Bq/kg <sup>(Ket.2)</sup>
		106	<sup>137</sup> Cs	1,4 - 26 Bq/kg <sup>(Ket.4)</sup>
Produk pertanian	133	12	<sup>131</sup> I	0,95 - 37 Bq/kg <sup>(Ket.2,3)</sup>
		7	<sup>133</sup> I	3,9 - 38 Bq/kg <sup>(Ket.2)</sup>
		2	<sup>135</sup> I	13 - 14 Bq/kg <sup>(Ket.2)</sup>
Produk peternakan	19	0	-	Tidak terdeteksi
Produk perairan/perikanan	12	0	-	Tidak terdeteksi
Air laut	7	0	-	Tidak terdeteksi

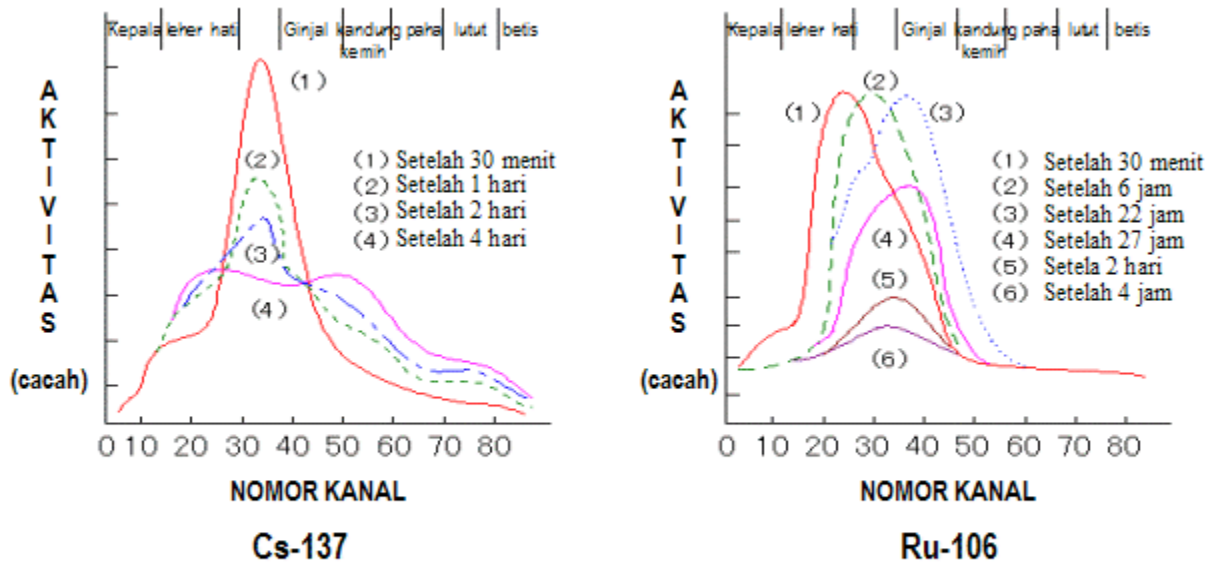
Ket. 1. Angka di dalam kurung menunjukkan tingkat radioaktivitas (Bq/m<sup>3</sup>) di udara di luar daerah pengamatan yang ditetapkan oleh peraturan. Angka yang terdeteksi saat ini ada dibawah batas yang diijinkan.

Ket. 2. Karena konsentrasi rendah dan waktu paro pendek, maka diperkirakan akibat terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan sangat rendah.

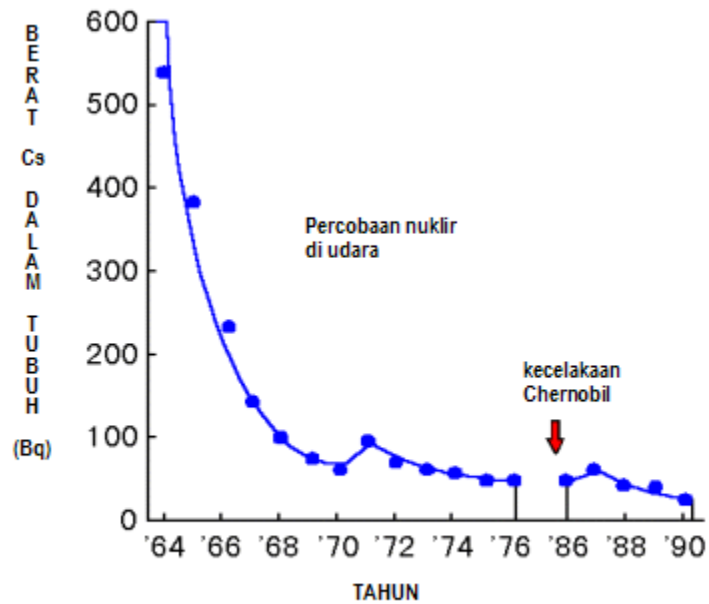
Nuklida Na-24 Mn-56 Sr-91 I-131 I-133 I-135 Cs-138 Ba-140 La-140  
Waktu paro 15 jam 2,6 jam 9,6 jam 8 hari 20,9 hari 6,6 jam 32 menit 12,8 hari 40,3 jam

Ket.3. Nilai maksimum terukur kali ini untuk I-131 sebesar 37 Bq/kg, dan ini sekitar 1/50 dari batas maksimum dalam bahan makanan (sayur = 2.000 Bq/m<sup>3</sup>)

Ket. 4. Cs-137 yang terdeteksi kali ini, nilainya ada dalam rentang angka normal yang terdeteksi akibat percobaan nuklir di udara di waktu-waktu lalu (untuk tanah di daerah Oarai, Tokai, Jepang 1 - 37 Bq/kg), oleh karena itu angka ini bisa dianggap bukan dari kecelakaan kekritisan.



Gambar 1. Distribusi Cs-137 dalam tubuh manusia



Gambar 2. Perubahan Cs-137 dalam tubuh manusia

Sumber : [www.batan.go.id](http://www.batan.go.id)