

PENTINGNYA PENGAWASAN KONTAMINASI RADIOANUKLIDA DALAM MAKANAN, PRODUK RUMAH TANGGA DAN LINGKUNGAN

Syarbaini

Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir – BATAN

- Jalan Cinere Pasar Jumat, Jakarta – 12440
- PO Box 7043 JKSKL, Jakarta – 12070

PENDAHULUAN

Upaya proteksi terhadap masyarakat dan lingkungan dari efek radiasi terus menerus mengalami penyempurnaan sejak awal abad ke 20 seiring dengan meningkatnya aplikasi iptek nuklir di berbagai bidang seperti industri, kesehatan, pertanian, penelitian dan lain sebagainya. Terlebih lagi dalam era globalisasi dimana setiap negara akan dihadapkan pada tantangan yang semakin berkembang dan kompleks baik pada tingkat regional maupun tingkat internasional. Salah satu permasalahan dan tantangan yang akan dihadapi adalah pencemaran global baik pencemaran bahan radioaktif maupun non radioaktif. Cemaran radioaktif yang telah terjadi sepanjang perjalanan sejarah pengembangan iptek nuklir di beberapa tempat tidak bisa diabaikan begitu saja. Cepat atau lambat baik langsung ataupun tidak langsung tidak tertutup kemungkinan akan berpindah dari satu tempat ke tempat lain.

Sejak tahun 1945, khususnya pada waktu dua bom atom hasil proyek *Manhattan* Amerika Serikat diledakan di dua kota di Jepang, sejarah pencemaran radionuklida buatan di lingkungan dimulai dengan cara yang sangat mengejutkan dan mengerikan umat manusia. Cemaran bahan radioaktif tersebut terus terjadi sejak iptek nuklir dikembangkan oleh negara-negara maju ke arah yang negatif yaitu untuk kepentingan persenjataan. Sampai tahun 1970 lebih dari 400

uji coba senjata nuklir dilakukan dan umumnya uji coba dilakukan di atmosfer. Dengan uji coba di atmosfer pencemaran radionuklida meluas ke angkasa dan kemudian jatuh ke seluruh permukaan bumi secara global. Perlombaan uji coba nuklir di atmosfer, serta jatuhnya debu radioaktif akibat uji coba itu, menyempurnakan citra buruk pengembangan iptek nuklir di masa lalu.

Sekarang ini uji coba senjata nuklir di atmosfer sudah tidak dilakukan lagi, akan tetapi manusia masih tetap berhadapan dengan resiko radiasi. Kegiatan-kegiatan industri non nuklir seperti pertambangan atau industri-industri yang menggunakan bahan baku dari dalam kulit bumi ternyata juga dapat menambah tingkat radiasi di sekitar kehidupan manusia. Radionuklida alam yang terkandung dalam kulit bumi ikut terangkat ke permukaan dan kemudian terakumulasi menjadi material yang disebut dengan istilah TENORM (*Technologically Enhanced Naturally Occurring Radiactive Materials*).

Dalam era globalisasi mau tidak mau kita akan dihadapkan pada tantangan lintas kontaminasi antar negara. Setiap negara tanpa terkecuali Indonesia akan menghadapi perkembangan ekonomi, keuangan dan perdagangan internasional yang pesat dan kompleks, baik pada tingkat regional maupun tingkat internasional. Setiap negara harus merasa terpanggil untuk berusaha menjaga, memelihara

masyarakat dan lingkungan hidupnya. Upaya kearah itu perlu dilakukan diantaranya adalah dengan pengawasan peredaran produk impor dan ekspor. Dalam tulisan ini akan dibahas sumber pencemaran bahan radioaktif dan upaya yang perlu dilakukan untuk melindungi masyarakat dan lingkungan dari cemaran bahan radioaktif.

SUMBER KONTAMINASI RADIONUKLIDA

Radionuklida buatan

Seluruh dunia terpana ketika bom atom dijatuhkan untuk menghancurkan Jepang di Hiroshima dan Nagasaki dalam perang dunia II. Kenyataan ini menyadarkan penduduk bumi akan ancaman mengerikan dari bahaya kerusakan lingkungan yang diakibatkan manusia. Saat itu setiap negara seakan berkomitmen untuk penyelamatan bumi dan umat manusia yang ada di dalamnya. Namun, di sisi lain bayangan mengerikan itu seakan lenyap di bawah kepentingan dan ambisi masing-masing negara. Bagi negara-negara maju, mereka seakan tidak mau berhenti membangun teknologi persenjataan nuklir mereka. Di sisi lain, negara-negara miskin dan berkembang selalu dicurigai dan dipersulit untuk mengembangkan Iptek nuklir mereka. Akibatnya, lingkungan hidup manusia ini tercemarlah oleh bahan radioaktif yang justru dibuat oleh manusia sendiri.

Umumnya debu radioaktif yang dilepaskan ke atmosfer berasal dari program percobaan senjata nuklir Amerika Serikat dan Uni Soviet dari tahun 1961 sampai 1962. Dengan percobaan nuklir di atmosfer pencemaran radioaktif meluas ke angkasa. Ledakan di atmosfer mencapai lapisan stratosfer (15 – 50 km di atas muka laut) yang turut merusak lapisan ozon. Ledakan terbesar dibuat oleh Uni Soviet yaitu 58 Mt pada 30 Oktober tahun 1961. Sedangkan Amerika Serikat, yang terbesar adalah 15 Mt di Bikini Atol pada 28 Pebruari tahun 1954.

Amerika Serikat terus mengembangkan senjata nuklirnya dengan melakukan percobaan

demasi percobaan. Untuk menjaga keseimbangan daya saling menghancurkan ini, maka Uni Soviet tampil pula dengan percobaan senjata nuklirnya yang pertama pada 29 Agustus 1949. Sesudah dua negara besar ini mempunyai bom nuklir, negara-negara maju lainnya tidak mau ketinggalan kemudian diikuti pula oleh Inggris pada 3 Oktober 1952, Perancis pada 13 Februari 1960 dan Cina pada 16 Oktober 1964. Dengan demikian lahirlah suatu periode yang merupakan periode perlombaan senjata nuklir yang telah menyebabkan terlepasnya radionuklida ke lingkungan dan merupakan sumber utama kontaminasi radionuklida buatan di lingkungan dunia saat ini.

Angka yang pasti mengenai berapa jumlah percobaan senjata nuklir dan berapa kekuatan ledakan yang telah dilakukan sulit diketahui, karena masing-masing negara nuklir cenderung merahasiakannya. Pada Tabel 1 disajikan perkiraan jumlah percobaan yang telah terjadi berdasarkan laporan dari beberapa sumber. Pada Tabel 2 adalah perkiraan hasil fisi (pembelahan inti) utama yang terbentuk setiap Megaton (Mt) fisi. 20 kiloton bom nuklir mempunyai kekuatan ledakan yang setara dengan 20.000 ton TNT dan bom yang mempunyai kekuatan ledakan satu juta ton TNT dikatakan mempunyai *yield* 1 megaton (Mt).

Tabel 1. Jumlah uji coba nuklir di atmosfer

Negara	Periode	Jumlah percobaan
Amerika Serikat	1945 - 1962	193
Uni Soviet	1949 - 1962	142
Inggris	1952 - 1953	21
Perancis	1960 - 1974	45
Cina	1964 - 1980	22
Total		423

Tabel 2. Perkiraan hasil fisi utama yang terbentuk setiap Megaton (Mt) fisi

Radionuklida	Umur paro ($T_{1/2}$)	Aktivitas (Mci)
^{89}Sr	53 hr	20,0
^{90}Sr	28 th	0,1
^{95}Zr	65 hr	25,0
^{103}Ru	40 hr	18,5
^{106}Ru	1 th	0,29
^{131}I	8 hr	125,0
^{137}Cs	30 th	0,16
^{131}Ce	1 th	39,0
^{144}Ce	33 hr	3,7

Catatan : hr = hari, th = tahun, MCI = Mega Curie

Pada awal tahun 1963, larangan percobaan senjata nuklir (*Limited Test Ban Treaty*) ditandatangani oleh lebih 100 negara. Pokok-pokok materi pakta ini melarang percobaan senjata nuklir khususnya di atmosfer, di bawah air atau di angkasa. Sejak itu Amerika Serikat, Uni Soviet dan Inggris hanya melakukan percobaan di bawah tanah tetapi Cina masih melakukan percobaan di atmosfer dari akhir tahun 1964 sampai tahun 1980 di belahan bumi utara. Perancis karena tidak ikut menandatangani *Limited Test Ban Treaty*, pada pertengahan 1966 memulai percobaan nuklirnya di atmosfer di belahan bumi selatan dan baru sesudah tahun 1975 melakukannya di bawah tanah.

Perancis pada mulanya melakukan percobaan nuklir di Aljazair tepatnya Reggan dan gurun pasir Sahara berlangsung dari tahun 1960 – 1965. Setelah Aljazair berhasil merebut kemerdekaannya dari Perancis pada tahun 1962, kemudian tidak mau lagi dijadikan ajang uji coba nuklir, maka Perancis memindahkannya ke pulau Moruroa dan Fangataufa. Dari tahun 1966 sampai 1990 Perancis melakukan 167 uji coba nuklir di

kedua pulau ini, 44 buah di atmosfer dan 39 diantaranya di Moruroa. Sedangkan yang lain-lainnya dilakukan pada permukaan atau pada ketinggian rendah dengan menggantungkan bom pada balon. Uji coba di bawah tanah dikerjakan sesudah tahun 1975, yaitu di Moruroa 120 buah dan di Fangataufa 3 buah dengan kekuatan seluruhnya 2500 kt. Peledakan diadakan di dasar pilar yang digurdi sampai kedalaman 500 – 1200 m. Jatuhan debu radioaktif yang berasal dari uji coba senjata nuklir di atmosfer sekitar 70 – 80 % jatuh ke laut. Indonesia termasuk negara yang paling sedikit menerima jatuhan debu radioaktif, karena terletak jauh dari lokasi-lokasi percobaan. Negara-negara yang banyak menerima jatuhan debu radioaktif adalah negara-negara di belahan bumi utara dan selatan.

Radionuklida alam

Radionuklida yang ada di lingkungan tidak hanya radionuklida buatan manusia akan tetapi hampir semua yang terdapat di lingkungan juga mengandung sejumlah radionuklida alam. Walaupun manusia sudah dikelilingi oleh radionuklida alamiah, namun sistem metabolisme tubuh mempunyai kemampuan untuk mentoleransi pajanan radiasi yang ada di alam. Apabila aktivitas manusia dapat meningkatkan konsentrasi radionuklida alam di lingkungan, maka tingkat radiasi alamiah dapat mencapai batas yang berpotensi dalam menimbulkan risiko kesehatan. Kegiatan manusia di sektor industri pertambangan dan industri yang memanfaatkan bahan baku dari (dalam) kulit bumi dalam skala besar dapat menyebabkan terkonsentrasinya radionuklida alam selama proses industri tersebut berlangsung. Radionuklida-radionuklida alam yang terkandung di dalam batuan pada kulit bumi akan ikut termobilisasi sehingga pada akhirnya membentuk produk samping yang mengandung radionuklida dengan konsentrasi tinggi.

Produk samping yang terbentuk akibat kegiatan industri disebut TENORM (*Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials*). Adapun industri-industri

yang dapat menghasilkan TENORM adalah pupuk posfat, minyak dan gas bumi, tambang uranium, tambang timah, monasit dan lain-lain sebagainya. Pengambilan air bawah tanah sebagai air minum juga dapat menyebabkan terbawanya radionuklida alam yang larut dalam air tanah tersebut dan pada waktu pengolahannya juga dapat menghasilkan TENORM. Saat ini peningkatan jumlah penduduk telah menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi air dari rata-rata 60 liter / kapita / hari kini menjadi 200 liter / kapita / hari. TENORM yang tidak dikelola dengan baik akan mencemari kawasan industri dan lingkungan sekitarnya.

Disamping itu juga ada benda-benda yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari berpotensi mengandung radionuklida alam dengan konsentrasi relatif tinggi seperti bahan bangunan, cendera mata dan alat-alat rumahtangga lainnya. Hal ini disebabkan karena produk tersebut menggunakan bahan baku yang mengandung radionuklida alam konsentrasi tinggi. Saat ini limbah TENORM seperti *fly ash*, posfogipsum sering dimanfaatkan oleh industri-industri bahan bangunan sebagai bahan campuran ke dalam *raw material*-nya. Keramik juga memanfaatkan *fly ash*, alumina dan lain-lain sebagai bahan baku. Kemudian sebagai bahan pewarna, industri keramik sering pula menambahkan radionuklida alam uranium dan thorium. Pasir zirkon dalam bentuk zirkonium silikat ($ZrSiO_4$) juga sering ditambahkan sebagai *emulsifier* pada industri keramik. Pasir zirkon mengandung 400 – 1000 ppm thorium dan uranium oksida.

UPAYA PENGAWASAN KONTAMINASI RADIONUKLIDA

Dalam era globalisasi dan perdagangan bebas, setiap negara termasuk Indonesia akan menghadapi perdagangan Internasional (ekspor dan impor) yang pesat dan kompleks baik pada tingkat regional maupun tingkat internasional. Manusia dengan ide, bakat, iptek beserta barang dan jasa yang dihasilkannya dapat dengan mudah melewati batas negara. Pergerakan yang relatif

bebas dari manusia, barang dan jasa yang dihasilkannya bukan hanya akan menimbulkan saling keterkaitan, ketergantungan, persaingan global yang semakin ketat, tetapi juga tidak tertutup kemungkinan akan menimbulkan *cross contamination* atau perpindahan kontaminasi lintas negara. Adanya keterkaitan dan ketergantungan serta persaingan global menyebabkan hampir semua kehidupan dalam suatu negara terpengaruh oleh ekonomi internasional. Dengan kata lain dalam era globalisasi dan perdagangan bebas dapat dikatakan tidak ada lagi negara yang autarki yaitu negara yang hidup terisolasi, tanpa mempunyai hubungan ekonomi atau perdagangan internasional (impor dan ekspor).

Untuk dapat melakukan perdagangan internasional, pada dasarnya suatu negara haruslah memiliki beberapa faktor keunggulan komparatif atau *comparative advantage* sehingga dapat bersaing di pasar internasional. Sehubungan dengan itu, negara-negara maju yang mempunyai SDM yang berteknologi tinggi dan berkualitas produksi industri atau *manufacturing* berteknologi tinggi akan menguasai pasar dunia dan menjadikan negara-negara berkembang termasuk Indonesia sebagai pasar dari komoditi mereka. Untuk mengantisipasi adanya kontaminasi radionuklida ini perlu dilakukan pemeriksaan terhadap komoditi atau produk yang berasal dari negara-negara lain khususnya bahan makanan/produk pertanian yang akan dikonsumsi masyarakat Indonesia. Demikian juga produk-produk lainnya yang dapat memberikan dampak radiasi eksterna seperti bahan bangunan yang mengandung konsentrasi radionuklida alam tinggi yang di negara-negara maju produk tersebut sudah tidak diizinkan beredar lagi.

Disamping komoditi impor pemeriksaan terhadap komoditi ekspor juga tidak kalah pentingnya. Hal ini perlu dilakukan untuk menghindari supaya Indonesia jangan dijadikan sebagai negara perantara. Komoditi diimpor dari negara tertentu (mungkin sudah terkontaminasi) ke Indonesia, kemudian dari Indonesia di ekspor kembali ke negara ke tiga dan dikatakan bahwa

komoditi tersebut produk Indonesia. Kemungkinan Indonesia dijadikan sebagai negara perantara bisa terjadi karena pengawasan di Indonesia lemah dan lagi pula Indonesia dianggap negara yang terkecil menerima kontaminasi bahan radioaktif. Indonesia jauh dari negara-negara belahan bumi utara dan selatan di mana banyak terjadi uji coba nuklir dan kecelakaan nuklir. Bertitik tolak kepada hal ini beberapa negara dalam kebijakan perdagangan internasionalnya khususnya di bidang impor telah memasukkan persyaratan sertifikat bebas kontaminasi radionuklida untuk komoditi impor mereka. Beberapa tahun terakhir ini telah terjadi peningkatan permintaan sertifikat bebas kontaminasi bahan radioaktif (radionuklida) oleh perusahaan-perusahaan eksportir.

BATAN SEBAGAI PELAKSANA PEMANTAU KONTAMINASI RADIONUKLIDA TINGKAT NASIONAL

Pelaksanaan pengawasan keselamatan lingkungan di tingkat nasional dan pemantauan tingkat kontaminasi radionuklida adalah salah satu dari tugas pokok dan fungsi Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir (P3KRBiN), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). P3KRBiN melalui Subbidang Keselamatan Lingkungan, Bidang Keselamatan dan Kesehatan mempunyai rincian tugas pokok dan fungsi sebagai berikut :

- Melakukan pemantauan radiasi dan radioaktivitas lingkup nasional.
- Melakukan pengembangan sistem dan kemampuan pemantauan, evaluasi dan interpretasi data radiasi dan radioaktivitas lingkungan.
- Melakukan pelayanan analisis kontaminasi radionuklida.

Untuk menunjang tugas dan fungsinya dalam menyelenggarakan kegiatan pengawasan keselamatan lingkungan di tingkat nasional dan pemantauan tingkat kontaminasi radionuklida,

P3KRBiN BATAN membawahi Laboratorium Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan atau yang lebih dikenal dengan nama Lab. KKL P3KRBiN BATAN. Lab. KKL adalah laboratorium pengujian yang bertanggung jawab kepada Kepala Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir. Lab. KKL telah terakreditasi sebagai laboratorium pengujian dengan No. LP-206-IDN pada tanggal 19 Maret 2004. Lab. KKL memberikan pelayanan pengujian dalam lingkup keselamatan daerah kerja, keselamatan pekerja radiasi, bungkus zat radioaktif, kesehatan pekerja dan keselamatan lingkungan. Khusus untuk keselamatan lingkungan dilaksanakan oleh unit Lingkungan. Lab. KKL unit lingkungan merupakan laboratorium acuan nasional dalam uji keselamatan radiasi lingkungan.

Laboratorium menerapkan sistim manajemen mutu pelayanan yang sesuai dengan standar nasional dan internasional. *Quality control* dilakukan secara internal dan eksternal untuk menjamin dan mempertahankan kredibilitas hasil analisis. Kontrol internal meliputi tes ketepatan (*accuracy checks*) menggunakan *reference material* dari IAEA, ketelitian (*precision checks*) menggunakan sampel secara duplo, kedapat ulangan (*recovery test*) dan pengukuran silang (*cross check*) menggunakan metode analitik yang berbeda. Sedangkan untuk kontrol eksternal adalah melakukan interkomparasi dengan laboratorium lain baik dalam negeri maupun luar negeri seperti *Japan Chemical Analysis Center*. Laboratorium pencacahan didesain khusus di bawah tanah (*basement*) supaya latar pencacahan serendah mungkin. Dengan desain laboratorium seperti ini kemampuan alat cacah semakin tinggi atau dengan kata lain limit deteksi alat cacah semakin rendah.

PENUTUP

Mencermati sejarah pengembangan iptek nuklir ke arah negatif di masa lalu yang telah menyebabkan terjadinya kontaminasi radio-

nuklida buatan di berbagai tempat dan semakin meningkatnya kegiatan industri pertambangan yang dapat meningkatkan konsentrasi radionuklida alam di lingkungan serta era globalisasi di mana semakin tingginya interpedensi antar negara, pemeriksaan terhadap produk-produk seperti bahan makanan/minuman, produk pertanian, bahan bangunan dan produk rumah tangga lainnya yang dapat menambah kontribusi radiasi eksternal dan internal terhadap masyarakat perlu dilakukan. Kebijakan pemberlakuan Sertifikat bebas kontaminasi radionuklida (bahan radioaktif) untuk setiap produk tersebut jelas dibutuhkan. Ketidakpedulian terhadap kontaminasi radionuklida akan mempengaruhi atau mengurangi daya dukung lingkungan hidup masyarakat Indonesia dalam melaksanakan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*) yang pada akhirnya akan mengurangi kualitas hidup generasi masyarakat Indonesia di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

1. PERKINS, R. W., THOMAS, C. W., Worldwide Fallout, in : *Transuranic Elements in the Environment*, ed. HANSON, W. C., DOE/TIC-22800, U. S. Department of Energy, (1980) 53-82.
2. EISENBUD, M., *Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources*, 3rd Ed., Academic Press inc., Florida (1987).
3. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York, (1982).
4. HEATON, B. and LAMBLEY, J., Tenorm in the Oil, Gas and Mineral Mining Industry, *J. Appl. Radiation and Isotop*, 46 (1995), 577 – 581.
5. OESTERHUIS, L., Radiological Aspects of the Non-Nuclear Industry in the Netherlands Radiation Protection Dosimetry, 45 (1992), 703 – 705.
6. HIPKIN, J., and PAYTER, R. A., Radiation Exposures to the Workforce from Natural Occurring Radioactivity in Industrial Processes, *Radiation Protection Dosimetry*, 36 (1991), 96 – 100.
7. O'BREIN, R., PEGGIE, J. R., and LEITH, I. S., Estimation of Inhalation Doses Resulting from the Possible Use of Phospho-Gypsum Plaster Board in Australian Homes, *Health Physics*, 68 (1995), 561 – 570.
8. SYARBAINI, BUNAWAS, SUTARMAN, Radiasi dan Radionuklida alam dalam Industri Keramik, Prosiding Seminar Nasional Keramik II “Perkembangan Teknologi Keramik”, Bandung, 4 September 2003, 24 – 31.
9. ZEMAN, C., HON, R., Ionizing Radiation and Radon Emanation Hazards from Glazed Ceramics, *Geol. Soc. Am. Abstr. Prog.* 26 (3) (1994)
10. SUTARMAN, EMLINARTI, Pelayanan Jasa Nuklir untuk Komoditi Ekspor, *Buletin ALARA*, 1(3), (1998) 13 – 16.
11. KUNTO, W., SYARBAINI, Pemberlakuan Sertifikasi Bebas Radioaktif sebagai upaya melindungi Komoditi Impor-Ekspor di Era Globalisasi, Prosiding Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan I, 23 – 24 Oktober 2001, 97 – 105.