

# DAMPAK RADIOLOGIS PELEPASAN SERAT ASBES

**M. Thoyib Thamrin dan Mukhlis Akhadi**

Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir – BATAN

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

## PENDAHULUAN

Asbes (*asbestos*) merupakan mineral-mineral berbentuk serat halus yang terjadi secara alamiah. Sesuai dengan definisi yang diberikan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), ada enam jenis mineral yang dikategorikan sebagai bahan asbes, yaitu : chrysotile, riebeckite, grunerite, actinolite, anthrophyllite, dan thremolite. Manusia telah mengenal bahan asbes sejak abad ke-2 Sebelum Masehi. Beberapa abad kemudian, Marco Polo memanfaatkannya sebagai bahan untuk membuat pakaian. Ada empat jenis asbes yang kini banyak beredar di pasaran, yaitu : chrysotile atau asbes putih, crocidolite atau asbes biru, amosite atau asbes coklat, dan anthrophyllite atau asbes abu-abu. Sebagaimana bahan tambang pada umumnya, asbes merupakan batuan yang mampat, namun sangat mudah untuk dipisahkan menjadi banyak sekali serat-serat halus yang umumnya sangat ringan dan mudah terbang.

Dilihat dari sudut pandang ilmu kimia, asbes adalah suatu zat terdiri dari magnesium-calsium-silikat berbangun serat dengan sifat fisiknya yang sangat kuat. Ada dua kelompok asbes, yaitu : serpentine dan amphibole. Asbes dapat diperoleh dengan berbagai metode penambangan bawah tanah, namun yang paling umum adalah melalui penambangan terbuka (*open-pit mining*). Asbes ditambang secara komersial di Amerika Serikat sejak akhir abad ke-18, dan pemakaiannya meningkat drastis sejak Perang Dunia II. Sejak saat itu, asbes mulai dipakai sebagai bahan baku industri.

Chrysotile termasuk kelompok serpentine yang menempati sekitar 95 % persediaan asbes dunia, tiga perempatnya ditambang di Provinsi Quebec, Kanada. Deposit besar lainnya berada di negara-negara bekas Uni Sovyet. Di kawasan ini, penambangan asbes yang berpusat di Pegunungan Ural telah berlangsung sejak lama. Pusat produksi lainnya adalah di Siberia yang mulai beroperasi sejak tahun 1970-an. Produsen asbes terbesar nomor tiga di dunia adalah Republik Afrika Selatan yang memproduksi chrysotile. Produsen chrysotile lainnya yang cukup signifikan adalah Rhodesia, China, Italia, Amerika Serikat dan beberapa negara lainnya.

Dalam kelompok amphibole, ada dua jenis asbes yang memiliki nilai komersial, yaitu : serat grunerite (asbes amosite) dan serat riebeckite (asbes crocidolite). Amosite mempunyai warna kecoklat-coklatan karena tingginya kandungan besi di dalam serat, umumnya panjang dan kuat. Crocidolite dengan warna karakteristiknya biru-abu-abu lebih sering disebut sebagai asbes biru. Serat panjangnya yang kasar tapi dapat dipintal memiliki ketahanan yang sangat tinggi terhadap asam. Pada akhir tahun 1970-an Republik Afrika Selatan merupakan satu-satunya negara di dunia penghasil crocidolite dan amosite. Penggunaan yang utama dari crocidolite adalah sebagai bahan aditif pada chrysotile untuk produk-produk semen asbes. Penambahan crocidolite ini dapat memperbaiki karakteristik produk dari chrysotile.

Serat chrysotile biasanya berwarna putih, menyerupai sutera, lentur dan cukup kuat. Serat-serat yang panjang cukup mudah dipintal untuk dijadikan benang-benang tekstil. Penggunaan

serat chrysotile bergantung pada ukuran panjang rata-rata dan kekuatannya. Pemanfaatan utamanya adalah untuk pembuatan tekstil dan kain-kain jenis lainnya. Di samping itu, serat chrysotile juga dipakai untuk produk-produk lantai, pipa semen-asbes, kertas dan produk pelapis lainnya, produk untuk atap, papan semen-asbes, serta bahan-bahan untuk pelapisan dan plester. Jumlah yang cukup signifikan juga digunakan dalam produksi plastik, tekstil dan bahan pembalut. Sedang dalam jumlah yang terbatas digunakan dalam produk-produk lainnya. Di seluruh dunia, industri konstruksi menggunakan sekitar 2/3 dari total konsumsi bahan asbes.

Bahan dasar untuk pembuatan produk-produk asbes merupakan bahan tambang yang mengandung unsur-unsur radioaktif alamiah berumur paro panjang, berorde milyaran tahun. Bahan asbes yang diperoleh dari proses penambangan langsung mengandung  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{40}\text{K}$  yang kadarnya cukup bervariasi antara satu negara dengan negara lainnya. Radionuklida alamiah memang sudah terbentuk bersamaan dengan proses terbentuknya alam ini. Namun radionuklida seperti U, Th dan Ra biasanya terikat kuat dalam matrik batuan. Radionuklida ini dalam kadar yang sangat rendah ada pada setiap bagian kerak bumi. Karena mengandung radionuklida alamiah, maka produk-produk dari asbes dapat berperan sebagai sumber radiasi lingkungan dimana bahan itu berada.

Zat-zat radioaktif alamiah seperti  $^{238}\text{U}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam proses peluruhannya akan menghasilkan gas radon yang bersifat radioaktif sehingga memiliki dampak radiologis bagi kesehatan. Kedua unsur tersebut dalam kadar yang relatif tinggi terdapat pada bahan-bahan tambang. Oleh sebab itu, pemanfaatan bahan tambang dan bahan-bahan sisa hasil pengolahan bahan tambang sebagai bahan bangunan untuk perumahan maupun gedung dapat memperbesar kadar gas radon di dalam ruangan.

Radon merupakan gas mulia yang sudah sejak lama dikenal. Radon merupakan unsur

kimia dengan nomor atom 86 dan diberi lambang Rn. Disebut gas mulia karena unsur ini tidak dapat bereaksi dengan unsur-unsur kimia lainnya. Pada temperatur ruang, radon merupakan gas yang tidak berwarna dengan kerapatan 10 gr/liter. Unsur radioaktif ini selalu berada dalam bentuk gas dan terlarut dalam udara, namun keberadaannya di lingkungan tidak dapat dikenali oleh sistem panca indera manusia. Saat ini mulai disadari bahwa gas radon di dalam ruangan merupakan sumber terpenting pemaparan radiasi. Dosis efektif dari radon diperkirakan jauh lebih besar dibandingkan dosis dari seluruh sumber-sumber radiasi alamiah lainnya digabung menjadi satu, lebih besar dari dosis yang diterima pasien yang mengalami penyinaran medis termasuk pemeriksaan dengan sinar-X, dan jauh lebih besar dibandingkan dengan dosis radiasi dari kegiatan industri nuklir.

## **PENGGUNAAN BAHAN ASBES**

Sebelum membahas lebih jauh tentang dampak radiologis dari bahan asbes, terlebih dahulu perlu dikenali keberadaan produk-produk yang menggunakan bahan tersebut. Bahan asbes mempunyai banyak peranan dan manfaat dalam kegiatan industri. Pemanfaatan serat asbes terutama dikaitkan dengan sifatnya yang khas, yaitu : sangat kuat, tahan terhadap bahan kimia serta kemampuannya bertahan pada temperatur tinggi. Asbes diketahui ada dalam kira-kira 3.000 produk buatan pabrik. Secara umum, asbes merupakan jenis bahan yang cukup ringan, tahan api serta kedap air.

Karena sifatnya yang tidak dapat terbakar dan tidak menghantarkan panas, asbes telah digunakan secara luas untuk pembuatan produk-produk tahan api seperti baju untuk petugas pemadam kebakaran. Dalam beberapa bidang, pemanfaatan bahan asbes untuk membuat barang-barang tertentu tidak dapat digantikan dengan bahan lainnya, seperti dalam pelapisan permukaan rem, permukaan plat kopleng kendaraan bermotor dan produk yang mengandalkan gesekan lainnya, pelapisan tekstil

tahan api untuk gedung pertunjukan, hotel serta bangunan-bangunan publik lainnya. Bahkan dalam pembuatan badan kapal serta komponen-komponen lainnya dalam kapal, juga diperlukan bahan asbes.

Dalam bidang industri, asbes dalam bentuk lembaran (kertas asbes) dan benang asbes dipakai sebagai penyekat panas (bahan insulasi) untuk pembalut pipa api, pipa uap, cerobong dan sebagainya. Penggunaannya untuk insulasi panas pada alat-alat listrik juga masih sangat dominan karena sifat dari bahan asbes yang tidak menghantarkan arus listrik. Dalam bidang kelistrikan ini ada plastik isolasi yang dibuat dari bahan asbes. Asbes jenis amosite paling baik digunakan untuk insulasi panas karena ketahanannya hingga temperatur 2.750 °C, jauh lebih tinggi dibandingkan jenis bahan asbes lainnya.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita lebih sering menemukan asbes yang beredar di pasaran dalam bentuk bahan bangunan. Sebagai bahan bangunan, asbes tampil dalam bentuk papan asbes yang umumnya dipakai sebagai plafon atau langit-langit rumah (*ceiling boards*), dinding penyekat atau pemisah ruangan (*partition boards*) dan pelapis dinding (*wall boards*). Asbes juga banyak digunakan sebagai atap rumah atau bangunan, terutama untuk kelas rumah sederhana dan rumah sangat sederhana (RS/RSS) dalam bentuk papan asbes. Sebagai atap, asbes juga tampil dalam bentuk genteng tahan api. Bahan ini juga diperlukan untuk pembuatan ruangan kedap suara (*sound proof*). Penggunaan dalam berbagai bentuk tadi menyebabkan bahan asbes mudah hancur dan menjadi halus (*friable*) apabila mengalami tekanan, pukulan maupun perlakuan fisik lainnya.

Asbes juga tampil dalam berbagai bentuk bahan bangunan dan produk jadi berupa rumah rakit (*pre-fab*). Sebagai bahan bangunan, asbes dibuat dengan cara mencampurkan asbestos 15 % dan semen 85 %. Bahan ini dapat pula disemprotkan atau sebagai bahan plester pada permukaan dinding maupun langit-langit

(*acoustical plaster*). Asbes berperan sebagai bahan bangunan yang sangat berguna dan diminati banyak orang sehingga bahan itu berada di berbagai tempat seperti rumah tinggal, sekolah, perkantoran serta bangunan-bangunan lainnya.

### **ASBES SEBAGAI BAHAN BERBAHAYA**

Satu hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam penggunaan asbes di berbagai bidang kegiatan adalah bahwa asbes termasuk bahan berbahaya, namun kurang disadari oleh pemakainya karena dampak negatif yang ditimbulkannya tidak segera tampak. Hanya sedikit yang diketahui para ilmuwan tentang dampak asbes apabila tertelan melalui jalur makanan. Namun substansi serat asbes yang sangat kecil dan halus dengan ukuran tertentu dalam keadaan terlepas/bebas melayang di udara akan sangat berbahaya karena dapat memicu timbulnya gangguan kesehatan apabila terhirup masuk ke dalam paru-paru. Demikian halusnya ukuran serat ini sehingga sangat mudah tersuspensi ke atmosfer, dan keberadaannya dalam udara tidak akan tampak dan terdeteksi oleh penglihatan manusia.

Ketika peraturan perundang-undangan mengenai perlindungan terhadap pemaparan serat asbes belum ada, banyak anggota masyarakat mengalami gangguan kesehatan akibat menyerap bahan asbes ini. Antara tahun 1930 sampai 1960 misalnya, para ilmuwan di Amerika Serikat memperkirakan bahwa ada 1.000 sampai 10.000 orang Amerika meninggal setiap tahunnya karena pemaparan serat asbes selama mereka bekerja. Pada umumnya selama bertahun-tahun sebelumnya mereka menghirup serat asbes ditempat kerja atau berada dalam gedung-gedung yang udaranya tercemar debu asbes. Kini para praktisi kesehatan sudah menyadari bahwa pemaparan serat asbes karena jenis pekerjaan dan pemaparan pada masyarakat karena pelepasan serat asbes ke udara memiliki resiko besar terhadap kesehatan.

Serat asbes cenderung mudah patah, menjadi debu, tersebar di udara serta lengket pada pakaian maupun tubuh manusia. Debu asbes dapat menempel pada kulit dan menimbulkan gatal-gatal (iritasi). Ketika digaruk atau digosok, debu tadi dapat dengan mudah masuk ke dalam tubuh melalui lubang pori-pori untuk kemudian berkembang menjadi kanker kulit. Bahaya dari serat asbes berkaitan dengan sifat fisiknya yang kuat. Debu halus yang terdiri atas serat-serat mikroskopis asbes bisa bertahan lama mengapung di udara. Ketika dihirup oleh manusia, serat-serat yang sangat kuat itu akan masuk dengan mudah melalui saluran pernafasan. Sifatnya yang tahan lama itu pula yang menyebabkan serat-serat asbes akan tinggal di dalam tubuh manusia selama bertahun-tahun.

Serat asbes dapat mengakibatkan gangguan pneumokoniosis (dari bahasa Yunani, *pneumon* berarti paru-paru dan *konis* berarti debu) pada paru-paru yang lebih dikenal dengan sebutan asbestosis, yaitu gangguan pada paru-paru karena penyerapan jangka panjang serat asbes dan sudah cukup dikenal di kalangan praktisi kesehatan kerja maupun kesehatan lingkungan. Sifat dari serat asbes ini adalah dapat menyebabkan terjadinya goresan-goresan pada permukaan paru-paru. Gangguan ini ditandai dengan kerasnya permukaan paru-paru karena banyaknya serat atau goresan pada jaringan.

Pengerasan pada permukaan paru-paru dapat mengakibatkan penurunan kapasitas paru-paru, sehingga diperlukan usaha yang lebih besar untuk mengembangkan paru-paru selama pernafasan. Karena itu, penderita asbestosis mengalami pernafasan pendek (cekak nafas) dan berkembang menjadi batuk kering. Ujung-ujung jemarinya mengumpul dan tangan serta kakinya menjadi kebiru-biruan karena kekurangan oksigen dalam darah. Suara-suara tidak normal dari dalam dadanya mudah dikenali. Dalam beberapa kasus, tanda-tanda pengapuran berkembang di dalam pleura, yaitu lapisan yang menyelimuti paru-paru. Asbestosis adalah penyakit kronis yang bisa mengakibatkan kematian dalam bentuk mati lemas.

Gangguan terhadap kesehatan yang disebabkan oleh serat asbes berjalan lambat tapi pasti. Gangguan itu tidak mudah dideteksi pada stadium dini. Tanda-tanda gangguan karena asbestosis jarang sekali muncul dalam waktu kurang dari 10 tahun setelah penyerapan serat asbes. Gangguan kesehatan karena inhalasi serat asbes mempunyai masa laten antara 20 sampai 30 tahun atau bahkan lebih lama lagi. Ini berarti bahwa gangguan kesehatan yang dialami penderita saat ini adalah akibat inhalasi serat asbes pada puluhan tahun sebelumnya.

Pada saat gangguan kesehatan tersebut muncul, akan sangat sulit mengidentifikasi apa yang menjadi penyebabnya, kecuali ada catatan lengkap mengenai pengalaman bekerja dari penderita bersangkutan. Namun setelah gangguan itu muncul akan menyebabkan kondisi yang terus memburuk, meskipun penyerapan serat asbes sudah tidak terjadi lagi. Sebelum peraturan yang melindungi paparan serat asbes terhadap pekerja ditegakkan, para pekerja di bidang instalasi pipa, konstruksi, pembuat badan kapal, dan industri pembuat rem serta plat kolping merupakan kelompok yang rentan terhadap gangguan kesehatan berupa asbestosis ini. Gangguan kesehatan ini juga signifikan terhadap kelompok pekerja lainnya yang berhubungan dengan serat asbes.

## **PERATURAN PENGGUNAAN ASBES**

Sejak beberapa dasawarsa lalu, pemerintah Amerika Serikat telah mengeluarkan peraturan yang intinya melarang penggunaan bahan asbes dalam hampir semua bahan bangunan dan menghapus penggunaan bahan asbes dalam kebanyakan produk konsumen. Penggunaannya dalam industri diatur dan diawasi dengan ketat guna melindungi kemungkinan pemaparan serat asbes terhadap pekerja dan anggota masyarakat. Memang tidak semua bahan yang mengandung asbes berbahaya bagi manusia apabila bahan itu dalam keadaan baik sehingga serat asbes terikat kuat dalam matrik bahan.

Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO), suatu badan yang bernaung di bawah Perserikatan Bangsa-Bangsa dan Asosiasi Angkutan Udara Internasional (IATA) mengkatagorikan asbes sebagai barang berbahaya yang tidak boleh diangkut dengan pesawat udara baik pesawat penumpang (*passenger aircrafts*) maupun pesawat barang (*cargo aircrafts*) kecuali jenis tertentu dengan berat terbatas. Karena termasuk bahan berbahaya, maka bagi beberapa negara maju peredaran asbes selalu mendapatkan perhatian dari pemerintah. Mengambil contoh Amerika Serikat, di sana ada lima lembaga yang berwenang mengatur masalah asbes ini, yaitu :

1. *The Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*, yang berwenang menentukan batas ambang pencemaran asbes di tempat kerja.
2. *Food and Drug Administration (FDA)*, yang bertanggungjawab atas usaha pencegahan kontaminasi asbes ke dalam makanan, obat dan kosmetik.
3. *Consumer product Safety Commission (CPSC)*, yang mengatur pemakaian asbes dalam bahan-bahan konsumsi.
4. *The Mine Safety and Health Administration (MSHA)*, yang mengatur penambangan dan pengolahan asbes.
5. *The Environmental Protection Agency (EPA)*, yang mengatur penggunaan dan pembuangan bahan beracun di tanah, air dan udara.

Badan Perlindungan Lingkungan AS (EPA) mengatur asbes dalam lingkungan dan dalam barang-barang hasil pabrik. Hingga kini EPA telah melarang pemakaian asbes dalam pipa semen-asbes dan perlengkapannya, dalam komponen atap dan lantai, dalam ubin lantai vinil asbes, dan dalam busana kedad api. Dalam kurun waktu sebelumnya, EPA telah melarang penggunaan campuran asbes untuk bahan penambal dan pembara api. Produk-produk yang dapat melepaskan serat asbes itu kini sudah tidak dapat ditemui lagi di pasaran. Sementara itu, pemakaian asbes dalam produk-produk lainnya akan dihapus secara bertahap.

Pada tahun 1970, Lembaga Konsumen (Komisi Keamanan Produk untuk Konsumen) di AS memutuskan untuk menghentikan pemakaian asbes sebagai papan dinding karena produk tersebut mengeluarkan benang asbes dengan jumlah besar. Pada tahun yang sama, alat pengering rambut (*hair dryer*) yang di dalamnya menggunakan insulasi asbes ditarik dari peredaran oleh pabrik pembuatnya secara sukarela. Pada tahun 1989, EPA melarang pemakaian asbes untuk produk-produk baru. Pada tahun 1999, pemakaian asbes di AS turun dari 719.000 (tahun 1973) menjadi 15.000 metrik ton yang berarti mengalami penurunan lebih dari 90 persen.

Dalam Undang-Undang Udara Bersih yang dikeluarkan pada tahun 1990, asbes terdaftar sebagai pencemar udara berbahaya, sehingga EPA diminta untuk menetapkan standar emisi yang aman untuk serat asbes. Badan itu juga membuat standar keselamatan untuk menyingkirkan bahan asbes yang sebelumnya digunakan sebagai bahan bangunan di sekolah-sekolah negeri. Bahan ini oleh EPA juga dimasukkan dalam daftar hak-untuk-diketahui masyarakat. Tingkat cemaran serat asbes dalam administrasi persediaan air untuk umum diatur oleh EPA pada 7 juta serat/liter yang melebihi panjang serat 10 mikron. Kebanyakan Dinas Lingkungan Hidup setiap negara bagian di AS mempunyai bagian yang khusus menangani deteksi dan pengujian asbes.

Asbes dalam bentuk tidak mudah membubuk belum akan memberikan ancaman serius bagi manusia. Sebaliknya, asbes yang mudah menyerpih atau membubuk merupakan ancaman bagi kesehatan manusia. Penyingkiran bahan ini lebih disukai masyarakat AS yang pelaksanaannya dilakukan oleh perusahaan yang memiliki izin berusaha di negara bagian terkait. Bahan itu selanjutnya ditimbun di tempat yang telah ditentukan. Badan Keselamatan dan Kesehatan Kerja AS (OSHA) pada 7 Juli 1972 menetapkan batas kadar serat asbes yang diperbolehkan untuk udara di tempat kerja tidak melebihi 5 serat dengan panjang 5 mikrometer

per cm<sup>3</sup> udara selama 8 jam kerja. Standar itu diperketat mulai 1 Juli 1976 menjadi 2 serat per cm<sup>3</sup>. Batas itu diusulkan untuk diturunkan menjadi 0,5 atau 0,2 serat per cm<sup>3</sup> untuk masa-masa mendatang.

Berdasarkan ketentuan OSHA yang mematok 2 serat per cm<sup>3</sup> udara, berarti dalam satu meter kubik (m<sup>3</sup>) ruangan hanya boleh ada sebanyak-banyaknya 2.000.000 serat yang beterbangan di udara. Dilihat dari sudut jumlah memang cukup besar, namun jika dilihat dari sudut berat maka akan sangat ringan. Jika perkiraan rata-rata berat satu serat asbes adalah 0,033 nanogram (ng), maka dari 2 juta serat itu total beratnya hanya 67.000 ng atau 0,000 067 g. Jadi suatu ruang publik berukuran 1.000 m<sup>3</sup>, hanya diperbolehkan mengandung serat asbes sebanyak 67.000.000 ng atau 0,067 gram. Jika ruang publik berukuran 1.000 m<sup>3</sup> itu berupa gedung dengan ukuran panjang 20 m, lebar 10 m dan tinggi 5 m, standar OSHA hanya membolehkan adanya 0,067 gram serat asbes yang tersebar merata dalam gedung tersebut.

Sebagai akibat dari diberlakukannya Undang-Undang Federal dan Negara Bagian, ribuan sekolah di AS telah menyingkirkan bahan asbes yang pelaksanaannya memerlukan waktu sekitar lima tahun. Di AS, sesuai dengan hasil survey yang dilakukan oleh EPA pada tahun 1984, diperkirakan ada 31.000 bangunan sekolah dan 733.000 bangunan pemerintah dan swasta yang memakai bahan mengandung asbes (*asbestos-containing material, ACM*). Menurut survey tadi, ACM pada bangunan-bangunan tersebut dipakai melalui tiga cara, yaitu :

- Disemprot atau diplester pada langit-langit, dinding serta permukaan lainnya.
- Dipakai sebagai insulasi panas pada pipa api, pipa uap, tangki dan sebagainya.
- Dipakai sebagai bahan-bahan bangunan lainnya.

Inhalasi debu asbes harus dihindari pada waktu melakukan pembongkaran gedung. Namun dalam kenyataannya, banyak kejadian dimana

asbes disingkirkan secara ceroboh oleh para pemilik rumah itu sendiri atau oleh beberapa perusahaan yang tidak memiliki izin atau terlatih untuk penyingkiran asbes. Akibat dari kecerobohan itu sudah sering memberikan dampak kesehatan yang serius karena melepaskan lebih banyak serat asbes dalam udara dibandingkan jika serat asbes tetap dalam keadaan utuh terikat kuat dalam bahan. Oleh sebab itu, banyak pemilik rumah di AS, terutama yang dibangun sebelum tahun 1960-an, menyewa jasa deteksi asbes dalam merenovasi rumah mereka.

Pemakaian asbes dalam bentuk bahan bangunan pada umumnya bersifat tidak mudah hancur dan menjadi halus (*non-friable*), kecuali dalam keadaan rusak, sedang digergaji atau dikerjakan dengan cara lain (dipaku atau dibor) yang memungkinkan serat asbesnya beterbangan di udara. Pembongkaran atau kebakaran sebuah gedung tua cenderung mempunyai keterlibatan dengan bahan asbes. Dinding-dinding berlapis bahan asbes menimbulkan masalah ketika regu pemadam kebakaran atau pemborong bangunan terpaksa harus menghancurkan dinding bangunan itu. Peristiwa itu dapat membuat serat-serat asbes terlepas dari dinding dan berterbangan di udara, sehingga risikonya layak diperhitungkan. Sementara itu, para pekerja bangunan umumnya tidak mengetahui bahaya yang sedang mereka hadapi dan pada umumnya mereka tidak mendapatkan perlindungan yang memadai terhadap kemungkinan inhalasi serat asbes. Itulah sebabnya, akan lebih aman jika penghancuran maupun renovasi gedung-gedung yang menggunakan bahan bangunan dari asbes dilakukan oleh perusahaan yang mengerti masalah ini.

Begitu seriusnya pemerintah AS menaruh perhatian terhadap masalah kesehatan yang berkaitan dengan serat asbes ini, sampai-sampai pemerintah membuka pusat-pusat informasi yang memungkinkan masyarakatnya dapat mengakses informasi mengenai masalah asbes. Informasi semacam itu dapat diperoleh di *Centre for Disease Control and Prevention* di Atlanta,

*National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), OSHA, dan semua badan kesehatan dan lingkungan lainnya, baik tingkat federal maupun di setiap negara bagian.

Selain itu, juga ada lembaga ilmiah yang berafiliasi dengan industri asbes yang bisa dimintai informasi mengenai masalah asbes ini, seperti *Asbestos Information Research Coalition* di Washington, D.C., dan *Asbestos Institute* di Montreal, Canada. Kedua lembaga itu dapat memberikan data-data ilmiah terbaru mengenai asbes. Sedangkan *TASCA Assistance Information Service* di Washington, D.C., dapat memberikan informasi umum tentang asbes.

## DAMPAK RADIOLOGIS

Di samping risiko di atas, masih ada risiko lain yang berkaitan dengan asbes, yang umumnya risiko ini belum dikenal secara luas. Pemanfaatan asbes mengandung risiko radiologis karena bahan ini dapat berperan sebagai sumber gas radon yang bersifat radioaktif, sehingga dapat berperan sebagai sumber radiasi lingkungan yang perlu diwaspadai. Oleh sebab itu, perlu adanya pertimbangan radioekologis dalam pemanfaatan bahan asbes dalam berbagai jenis produk.

Mengingat umur paro radionuklida alamiah yang terkandung di dalam asbes berorde milyaran tahun, maka keberadaan radionuklida tersebut di lingkungan akan berperan sebagai sumber radiasi lingkungan dalam waktu yang sangat panjang. Kedua unsur tersebut dalam proses peluruhannya juga menghasilkan unsur-unsur radioaktif anak lainnya sehingga membentuk suatu deret peluruhan radioaktif yang panjang. Tersebar nya zat radioaktif alamiah ini tentu akan menaikkan tingkat radiasi alam di lingkungan yang pada akhirnya akan menaikkan tingkat penyinaran radiasi terhadap masyarakat luas. Jadi resiko radioekologis berkaitan dengan pemanfaatan asbes adalah meningkatnya kadar gas radioaktif radon beserta anak luruhnya di dalam suatu ruangan yang memanfaatkan bahan bangunan tersebut.

Gas radon dapat membentuk tiga macam isotop, yaitu radon-219 ( $^{219}\text{Rn}$ ), radon-220 ( $^{220}\text{Rn}$ ) dan radon-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ). Namun dalam kaitannya dengan sumber radiasi alamiah bagi manusia, hanya  $^{222}\text{Rn}$  (selanjutnya disebut radon) beserta anak luruhnya saja yang mendapatkan perhatian serius. Peluruhan radionuklida induk  $^{235}\text{U}$  menghasilkan anak luruh  $^{219}\text{Rn}$  yang juga dikenal sebagai *actinon*. Isotop radon ini seringkali diabaikan keberadaannya karena dua alasan utama, pertama karena waktu paro ( $T_{1/2}$ ) nya sangat pendek, yaitu hanya 4 detik, dan kedua adalah kelimpahan radionuklida induk ( $^{235}\text{U}$ ) di alam sangat kecil dibandingkan radionuklida induk  $^{238}\text{U}$  yang menurunkan  $^{222}\text{Rn}$ . Hampir semua  $^{219}\text{Rn}$  meluruh sebelum dapat melepaskan diri dari matrik pengikat radionuklida induknya.

Peluruhan  $^{238}\text{U}$  merupakan tahap awal dari rantai peluruhan radionuklida yang membentuk deret sangat panjang, dengan  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{222}\text{Rn}$  merupakan produk antara. Diantara sekian banyak sumber-sumber radiasi alam, radon merupakan sumber radiasi alam yang paling banyak mendapatkan perhatian sehubungan dengan efek merugikan yang dapat ditimbulkannya. Efek merugikan dari radiasi yang dipancarkan oleh gas radioaktif radon telah diketahui sejak abad ke-19. Pada saat itu para pekerja tambang di Eropa Tengah banyak yang menderita gangguan kesehatan akibat menghirup gas radon dalam jumlah berlebihan. Gangguan itu kemudian dikenal dengan sebutan *Shneebergkrankheit*. Pengamatan berikutnya yang dilakukan di pertengahan abad ke-20 terhadap para pekerja tambang batu bara menunjukkan bahwa isotop radon beserta anak luruhnya mempunyai korelasi terhadap kasus munculnya kanker paru-paru.

Meski hingga kini belum ada data epidemiologi yang lengkap tentang efek gas radon terhadap kesehatan manusia, namun dengan data yang sangat terbatas ada yang memperkirakan, bahwa resiko kematian akibat gas radon ini mencapai 0,005 persen. Jadi pada setiap kelompok populasi yang jumlahnya 20.000

orang, bisa diramalkan bahwa satu orang di antara mereka meninggal karena kanker paru-paru dari gas radon. Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (EPA) pada tahun 1986 melaporkan, bahwa para ilmuwan memperkirakan dari sekitar 5.000 sampai kira-kira 20.000 kasus penyakit kanker fatal yang setiap tahunnya terjadi di AS disebabkan oleh gas radon.

Sebagian besar gas radon dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur pernafasan. Jika seseorang menghirup gas radon pada saat bernafas, maka sebagian proses peluruhan gas radon berlangsung di dalam paru-paru. Dalam peluruhannya, gas radon tersebut memancarkan radiasi pengion berupa partikel- $\alpha$  yang dapat mengakibatkan kerusakan pada jaringan paru-paru. Kerusakan jaringan inilah yang dapat mengakibatkan timbulnya kanker paru-paru.

Bahaya dari gas radon bukan semata-mata dari gas radon itu sendiri, tetapi juga dari zat radioaktif yang dihasilkannya dalam proses peluruhan. Produk zat radioaktif yang lebih sering disebut anak luruh radon ini juga bersifat radioaktif, diantaranya adalah logam-logam berat seperti timbal (Pb) dan bismuth (Bi) yang dapat berperan sebagai sumber radiasi beta. Logam berat yang terbentuk sebagai anak luruh gas radon ternyata lebih berbahaya dibandingkan radonnya sendiri, karena secara kimiawi anak luruh yang berupa logam berat ini sangat reaktif dengan permukaan apa saja, termasuk dengan lapisan pada saluran pernapasan dan menetap di dalamnya.

Penyerapan gas radon beserta anak luruhnya melalui pernapasan mengakibatkan terjadinya pengendapan atom-atom radioaktif pada dinding paru-paru, terutama pada daerah bronchus. Partikel alfa dari radon dan partikel beta dari anak luruh radon akan meradiasi sel-sel jaringan paru-paru yang selanjutnya dapat memicu munculnya kanker paru-paru. Laju induksi kanker ini bergantung pada jenis, jumlah dan lokasi mengendapnya atom-atom radioaktif tersebut. Ada beberapa faktor yang

mempengaruhi tingkat keparahan kanker paru-paru, di antaranya adalah kadar gas radon dalam udara, perbandingan kadar anak luruh radon terhadap radon induk, ukuran partikel debu dimana anak luruh radon menempel, laju pernafasan dan laju pengendapan anak luruh radon pada berbagai bagian paru-paru. Seperti halnya resiko kanker lainnya, resiko kanker dari gas radon beserta anak luruhnya juga bersifat kronis. Dibutuhkan waktu tunda bertahun-tahun antara munculnya bibit kanker oleh radiasi dengan pertumbuhannya menuju suatu kondisi yang dapat diamati secara klinis.

Inhalasi serat asbes dapat mengakibatkan peningkatan kasus kanker paru-paru dan membran di sekitarnya. Asbes dapat mengakibatkan kanker jenis mesothelioma, yaitu jenis kanker yang mempengaruhi membran yang menyelimuti paru-paru. Mesothelioma adalah nama yang diambil dari selaput mucus yang melapisi rongga dada (pelapis mesotelial) dimana sel tumor cenderung berkembang. Kanker ini berkembang pada diafragma, pembatas rongga dada dan perut. Jenis kanker ini juga dapat menyerang pelapis jantung. Ada sejumlah bukti meskipun masih diperdebatkan mengenai peran serat asbes terhadap munculnya risiko kanker esophagus (saluran yang menghubungkan mulut dan perut), perut, usus besar, rectum (ujung bawah usus), oropharynx (hulu kerongkongan atau tenggorokan), larynx (rongga organ suara di tenggorokan), dan ginjal.

Beberapa penderita mesothelioma mungkin hanya bekerja atau berada pada lingkungan yang sangat rendah tingkat pencemaran serat asbesnya, atau mungkin juga mereka hanya terpapar serat asbes dalam waktu singkat. Namun mengingat serat asbes itu dapat bertahan lama di dalam tubuh, maka sekecil apapun inhalasi serat asbes akan menaikkan kemungkinan munculnya penyakit terkait asbes. Suatu kasus mesothelioma pernah dialami oleh seorang pengacara di New York tahun 1978 yang telah menjadi korban keganasan debu asbes tanpa ia ketahui sebelumnya. Dari sederetan test medis di *Columbia Presbyterian Hospital* diketahui bahwa



pengacara tersebut telah menjadi korban keganasan tumor mesothelioma akibat kontak langsung dengan serat dan debu asbes 20 tahun sebelumnya. Pada tahun 1958, semasa menjadi mahasiswa, ia pernah memanfaatkan masa liburnya selama dua minggu bekerja pada pabrik asbes dengan tugas menghitung lembaran-lembaran asbes dan mengangkutnya ke atas truk. Kontak langsung dengan debu dan serat asbes selama dua minggu tersebut ternyata sudah cukup menginduksi penyakit malignasi yang dideritanya 20 tahun kemudian.

Dr. Irving Selikoff, Direktur *Environmental Science Laboratories* pada *Mount Sinai School of Medicine* di New York yang menangani suatu penelitian penyakit kanker para pekerja di pabrik asbes, menyimpulkan bahwa kanker paru-paru lebih banyak disebabkan oleh asbes dibanding rokok. Survei yang pernah dilakukan pada tahun 1984 menunjukkan, dari 869 orang yang 17 tahun sebelumnya pernah bekerja di pabrik asbes di Texas, AS, 300 di antaranya diperkirakan menderita asbestosis, kanker paru-paru, kanker usus dan kanker perut lainnya. Pada kelompok pekerja asbes yang juga perokok, risiko relatif terserang kanker paru-paru adalah empat kali lebih besar dibandingkan kelompok pekerja lainnya yang tidak terpapar serat asbes. Sekitar 70% penderita pleural mesothelioma memiliki catatan sejarah dimana sebelumnya pernah dan sering terpapar serat asbes.

Belum ada penanganan khusus yang diketahui hingga saat ini untuk para penderita asbestosis dan mesothelioma. Tindakan dokter membantu penderita asbestosis yang menyebabkan kanker paru-paru, memberikan hasil yang kurang optimal. Pendekatan untuk mencegah munculnya gangguan penyakit ini harus ditempuh melalui pengontrolan kadar debu di ruang kerja dimana serat asbes diproses atau digunakan. Cukup banyak bukti yang menunjukkan bahwa kasus asbestosis dan kanker paru-paru dapat dikurangi dengan cara mengontrol dan mengeliminasi penyebaran serat asbes di ruang kerja, sehingga inhalasi serat asbes dapat ditekan.

Dalam kasus serat asbes, risiko yang timbul memiliki hubungan yang linier terhadap dosis. Jadi peluang munculnya penyakit yang berkaitan dengan serat asbes sebanding dengan dosis dan lamanya pemaparan. Tidak ada ambang batas yang pasti untuk tingkat pemaparan asbes yang aman. Ada enam jenis serat asbes yang tingkat bahayanya berbeda-beda. Para ilmuwan sepakat bahwa risiko yang terkait dengan asbes jenis chrysotile (asbes putih) lebih kecil dibandingkan risiko dari serat asbes jenis amphibole, karena serat asbes putih ini cenderung tidak dapat terurai di dalam tubuh dan bertahan pada tempat pengendapannya di daerah paru-paru. Dosis yang kecil sekalipun lama kelamaan bisa memunculkan dampak negatif terhadap kesehatan. Dilaporkan juga bahwa anggota keluarga dari pekerja yang terpapar serat asbes secara teratur juga memiliki risiko terkena kanker mesothelioma. Menurut para ahli, hal itu bisa terjadi karena adanya serat asbes yang dibawa pulang ke rumah oleh para pekerja. Serat asbes tadi dapat menempel dan lengket pada sepatu, baju, kulit dan rambut. Risiko mematikan dari serat asbes ini sebetulnya sudah dikenali sejak tahun 1900-an. Namun baru pada tahun 1960-an para ilmuwan mulai menaruh perhatian secara serius.

## PENUTUP

Perlu adanya pertimbangan radio ekologis dalam penggunaan bahan-bahan tambang seperti asbes sebagai bahan bangunan untuk perumahan maupun gedung. Bagi beberapa negara maju seperti Amerika Serikat, Australia, Jepang dan negara-negara Eropa Barat, masalah radioaktivitas bahan bangunan ini telah mendapatkan perhatian yang serius. Negara-negara itu kini sudah mengatur peredaran dan penggunaan bahan-bahan bangunan maupun bahan baku industri yang mengandung zat radioaktif alamiah tinggi seperti asbes.

Di Indonesia, peraturan mengenai masalah peredaran asbes ini belum jelas. Oleh sebab itu, perlu segera difikirkan langkah-langkah preventif

untuk menghindari terjadinya dampak negatif penggunaan asbes di masa mendatang. Perlu adanya penelitian menyeluruh untuk mengetahui sejauh mana peredaran dan pemakaian asbes di Indonesia memberikan efek negatif terhadap kesehatan.

Ada beberapa instansi yang perlu dilibatkan dalam penelitian dan penyusunan peraturan tersebut. Kerja sama antar instansi tersebut bisa melibatkan kementerian yang mengurus masalah tenaga kerja, perumahan rakyat, kependudukan dan lingkungan hidup, perindustrian, serta kesehatan. Mengingat instansi-instansi tersebut umumnya tidak berpengalaman dalam penelitian keselamatan radiasi lingkungan, maka Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN, c/q Pusat Penelitian dan Pengembangan Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir/P3KRBiN), juga perlu dilibatkan di dalamnya.

9. IAEA, FAO, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, *Safety Series No. 115*, IAEA, Vienna (1996).
10. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford (1991).
11. ANONIM, UNSCEAR Report 2000, United Nations, New York (2000).
12. Konsultasi Bersama Dokter Zubairi Djoerban, Asbes Sebabkan Kanker ?, Republika, 27 Oktober 2002.
13. ANONIM, Radiation : Doses, Effects, Risks, United Nations Environment Programme, P.O. BOX 30552, Nairobi, Kenya (1985).
14. ANONIM, Radon Reduction Method, United States Environmental Protection Agency, USA (September 1987).
15. TAMAROL, F.P., Awas Asbes!, Kompas, 19 Pebruari 1988.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, UNSCEAR Reports 1977, United Nations, New York (1977)
2. ANONIM, UNSCEAR Reports 1982, United Nations, New York (1982)
3. ANONIM, Radon In Homes, *Information Bulletin No. 13*, Australian Radiation Laboratory, Lower Plenty Road, Yallambie, Victoria 3085 (june 1990).
4. BODONSKY, D., ROBKIN, M.A. and STADLER, D.R. (Editors), *Indoor Radon and its Hazards*, University of Washington Press, Seattle, USA (1987).
5. CHEMBER, H., *Introduction To Health Physics*, Pergamon Press, New York (1987).
6. WEST, B., SANDMAN, P.M. dan GREENBERG, M.R., *Panduan Pemberitaan Lingkungan Hidup* (terjemahan oleh Soediro), Yayasan Obor Indonesia, Jakarta (1998).
7. DHOM, N.D., *Dampak Penggunaan Asbes dan Gipsa*, Prioritas, 30 April 1987.
8. ANONIM, UNSCEAR Reports 1986, United Nations, New York (1986).